



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
– PPGECIMA

ÉRICA LIMA SANTOS QUEIROZ

SIGNIFICADOS E ATRIBUIÇÕES ESTABELECIDOS POR LICENCIANDOS DE
BIOLOGIA SOBRE EDUCAÇÃO CTSA A PARTIR DE UMA QUESTÃO
SOCIOCIENTÍFICA SOBRE DÉFICIT DE POLINIZAÇÃO

São Cristóvão/SE

2019

ÉRICA LIMA SANTOS QUEIROZ

**SIGNIFICADOS E ATRIBUIÇÕES ESTABELECIDOS POR LICENCIANDOS DE
BIOLOGIA SOBRE EDUCAÇÃO CTSA A PARTIR DE UMA QUESTÃO
SOCIOCIENTÍFICA SOBRE DÉFICIT DE POLINIZAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal de Sergipe, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Linha de pesquisa: Currículo, didáticas e métodos de ensino das ciências naturais e matemática.

Orientador: Prof. Dr. Erivanildo Lopes da Silva.

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Dália Melissa Conrado.

São Cristóvão/SE

2019

Dedico à minha mãe, Nazaré, por ser a grande inspiradora desta conquista; a maior incentivadora dos meus estudos. Àquela que, depois de Deus, é a responsável por todas as minhas lutas, vitórias e sorrisos.

A todos aqueles que almejam um ensino de ciências voltado para a formação de agentes virtuosos.

AGRADECIMENTOS

Este é um sonho que se concretiza nesta dissertação. Sim, um sonho, porque sonhei durante a graduação inteira com o mestrado. Confesso que foi mais difícil do que imaginei, mas foi graças às dificuldades que amadureci na trajetória acadêmica e na vida.

Gratidão ao Deus do universo, essa energia que me concede forças todos os dias para lutar pelos meus sonhos. Não foram poucas as vezes que disse, no meu íntimo: “Senhor, faz de mim instrumento da vossa vontade. Entrego-te, em tuas mãos, a minha vida, porque o Senhor sabe de todas as coisas debaixo desse céu e eu nada sei”.

Aos meus pais Nazaré e Negildo, por serem meus primeiros professores, na escola da vida. Minha eterna gratidão a vocês por todos ensinamentos, por todo amor, por impregnar de sentido o que faço a cada dia e por todas as noites de sono perdidas para proporcionar a mim e a meus irmãos um futuro melhor do que o que vocês tiveram oportunidade de ter. Vocês são minha base, amo vocês mais que tudo nessa vida!

Aos meus irmãos Elaine, Erick e Edna, que mesmo sem entenderem o que significa a vida acadêmica são, também, pessoas com que aprendi muito. Vocês são essenciais em minha vida!

Ao meu amado esposo e amigo Cidcley, meu refúgio nos momentos de tristezas e angústias. Por ser tão compreensivo, companheiro, me incentivar e me mostrar o amor nas pequenas coisas. Essa conquista é sua também! Meu amor, amo você!!!

Ao meu orientador, professor Erivanildo, por ter acreditado em mim, pela compreensão e tolerância nesses dois anos e sobretudo pelo incentivo e encorajamento. Com seus ensinamentos aprendi muito.

À minha coorientadora, professora Dália, pessoa de luz e de boas energias com quem aprendi bastante nessa trajetória, minha eterna gratidão! Namastê!

Às amigas Andréa, Tamires Lima, Jacqueline, Juliana, Livia e, em especial, Jéssica, Tamires Cardoso e Carminha, pelo carinho, incentivo e boas vibrações para a concretização dessa conquista. Sei que não foi fácil me ouvi nos momentos onde achei que não conseguiria escrever e analisar os dados.

Ao meu afilhado querido, Jorge Anthony, fonte de inspiração e minha esperança que daqui a alguns anos, junto aos filhos que Deus me conceder, fará parte e construirá o futuro dessa sociedade, mais justa e igualitária.

À família do meu esposo que me acolheu e, hoje, é minha segunda família!

Às minhas vovós Maria e Nelice, exemplo de mulheres de fé e idôneas para minha vida!

Aos professores do PPGEICIMA, especialmente Alice, Edson e Márcio. Aos professores do departamento de Biociências, em especial ao professor Marcos Meiado e ao professor Eduardo Dias, por todo suporte na coleta de dados.

Aos meus colegas de turma, em especial a Vanessa, amiga que ganhei no mestrado e que levarei para vida toda; Mayara e Yasmim, colegas de curso com quem estreitei laços; e Messias, grande parceiro sempre prestativo, solícito e disposto a me ajudar. O apoio de vocês foi fundamental nessa caminhada.

Aos colegas do grupo de pesquisa GEEQUI, Renata, Joedna, Tatiana e Suelaine que auxiliaram na validação dos meus dados, em especial a Tainá e Luiz pelo suporte na transcrição dos áudios.

À professora Camila, por quem tenho enorme gratidão, por ter dividido comigo essa labuta e acreditar nos mesmos pressupostos de educação em ciências. Esse mestrado me rendeu uma grande amiga!

A todos os alunos que participaram dessa pesquisa, em especial, aos alunos da disciplina de estágio que participaram da intervenção, meu muito obrigado! Eu acredito no potencial de cada um!

Aos professores Suzani Cassiani e Irlan von Linsingen do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, por terem me acolhido durante minha missão de estudos em mobilidade acadêmica pelo PROMOB. Vocês são pessoas muito solícitas e gentis, tenho um carinho especial por vocês! Foram experiências enriquecedoras!

À Raíza, por ter me acolhido em sua casinha durante a missão de estudos em Floripa e a todos da casa que me receberam com muito carinho, especialmente Cami e Marcelo, pela companhia na hora da comida (risos)! Agradeço também a Yonier e Marlen, meus amigos colombiano e mexicana que ganhei nesse mestrado.

Aos professores Márcio Andrei e Luciana Sá, por terem aceitado participar dos Exames de Qualificação e de Defesa e pelas valiosas contribuições para o aprimoramento desse trabalho!

Por fim e não menos importante, gratidão à professora Lene (Marilene), que muito me ensinou. Acreditou em mim e contribuiu para a concretização dessa conquista, lá no início quando fez suas valiosas correções no meu projeto de pesquisa para a seleção. Você é o exemplo, para mim, de pessoa e de profissional em que busco inspiração todos os dias.

A tod@s que de alguma maneira contribuíram para a minha formação pessoal e profissional, meu muito obrigad@!

Seja você a mudança que você quer ver no mundo.

(Mahatma Gandhi/Dalai Lama)

Mais sábio é aquele que sabe que não sabe.

(Sócrates)

RESUMO

QUEIROZ, Érica Lima Santos. **SIGNIFICADOS E ATRIBUIÇÕES ESTABELECIDOS POR LICENCIANDOS DE BIOLOGIA SOBRE EDUCAÇÃO CTSA A PARTIR DE UMA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA SOBRE DÉFICIT DE POLINIZAÇÃO**. 2019. p.124. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019.

No contexto da formação de professores há, geralmente, uma série de desafios a serem superados no que diz respeito à educação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Nesse sentido, a educação baseada em Questões Sociocientíficas (QSC) busca alinhar-se à educação CTSA com vistas a minimizar algumas dessas dificuldades, bem como minimizar as práticas de ensino transmissivas, que pouco contribuem para a formação de cidadãos críticos e participativos. No que tange à educação em ciências, podemos definir dois grandes objetivos da educação CTSA com base em QSC, são eles: (i) formação para o exercício da cidadania com o desenvolvimento do senso crítico; e (ii) tomada de decisão socioambientalmente responsável e ações sociopolíticas voltadas à maior justiça social e sustentabilidade ambiental. No entanto, entendemos que, para isso, é essencial reconhecer relações entre os domínios CTSA de QSC. O trabalho objetivou “investigar os posicionamentos e conhecimentos mobilizados por estudantes de Biologia na resolução de uma QSC sobre déficit de polinização, assim como as concepções desses estudantes sobre a educação CTSA e o uso de QSC na educação em ciências”. Para atingir tais propósitos, desenvolvemos uma pesquisa qualitativa na abordagem de estudo de caso. A coleta de dados ocorreu por meio de atividades desenvolvidas em grupos com 18 alunos que colaboram com a pesquisa (um trio e 3 grupos de 5 alunos) durante uma intervenção na disciplina de Estágio Supervisionado em Ensino de Ciências I. Os dados foram coletados por meio de registros documentais das atividades desenvolvidas, gravações em áudio das discussões dessas atividades realizadas e entrevista com um integrante de cada grupo, o que corresponde a 22% dos participantes. A análise dos dados se deu através de adaptações da análise do conteúdo de Bardin e parâmetros propostos por Herreid para construção de casos. Os resultados foram discutidos à luz dos referenciais teóricos e os mesmos apontam para a necessidade de se discutir com maior frequência as relações CTSA na formação inicial docente, de modo a favorecer futuras práticas envolvendo educação CTSA baseadas em QSC no contexto escolar, sobretudo no que tange a estudos de casos.

Palavras-chave: Educação CTSA; QSC; Déficit de polinização; Formação de professores; Estudo de casos.

ABSTRACT

In the context of teacher education, there are usually a number of challenges ahead of Science, Technology, Society and Environment (STSE) education. In this sense, education based on Socio-Scientific Issues (SSI) seeks to align with STSE education with a view to minimizing some of these difficulties, as well as minimizing transmissive teaching practices, which contribute little to the formation of critical and participatory citizens. With regard to education in science, we can organize in two major objectives of STSE education based on SSI, are: (i) training for the exercise of citizenship with the development of critical sense and (ii) socially responsible decision-making and socio-political actions aimed at greater social justice and environmental sustainability. However, we understand that, for this, it is essential to recognize relations between the STSE domains of SSI. The aim of the study was to "investigate the postures and knowledge mobilized by biology students in solving a SSI on pollination deficit, as well as the students' conceptions of STSE education and the use of SSI in science education." To achieve these purposes, we have developed a qualitative research in the case study approach. Data were collected through activities developed in groups with 18 students who collaborated with the research (one trio and three groups of 5 students) during an intervention in the subject of Supervised Internship in Science Teaching I. The data were collected through of documentary records of the activities developed, audio recordings of the discussions of these activities, and interview with a member of each group, which corresponds to 22% of the participants. Data analysis was carried out through adaptations of the Bardin content analysis and parameters proposed by Herreid for case construction. The results were discussed in the light of the theoretical references and they indicate the need to discuss more frequently the STSE relations in initial teacher training in order to favor future practices involving STSE education based on SSI in the school context, especially with regard to Case Study.

Keywords: STSE Education; SSI; Pollination deficit; Teacher training; Case study.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Tradições CTS e suas influências na sociedade	p. 24
Figura 2 – Educação CTSA	p. 27
Figura 3 – Mapa conceitual sobre ética ambiental	p. 42
Figura 4 – Diagramas adequados das relações CTSA do item 30111	p. 61
Figura 5 – Diagramas inadequados das relações CTSA do item 30111	p. 61
Figura 6 – Diagrama adequado das relações CTSA	p. 62
Figura 7 – Diagrama das relações CTSA do Trio	p. 63
Figura 8 – Diagrama das relações CTSA do G1	p. 65
Figura 9 – Diagrama das relações CTSA do G2	p. 66
Figura 10 – Diagrama das relações CTSA do G3	p. 67
Figura 11 – Algumas relações entre os domínios CTSA do caso	p. 70
Figura 12 – Mapeamento G1 das relações CTSA	p. 73
Figura 13 – Mapeamento G2 das relações CTSA	p. 74
Figura 14 – Mapeamento realizado pelo Trio das relações CTSA	p. 75
Figura 15 – Mapeamento realizado pelo G3 das relações CTSA	p. 76
Figura 16 – Caso elaborado pelo Trio	p. 82
Figura 17 – Caso elaborado pelo G1	p. 84
Figura 18 – Caso elaborado pelo G2	p. 85
Figura 19 – Caso elaborado pelo G3	p. 87

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Descrição dos participantes	p. 47
Quadro 2 – Atividades e suas respectivas finalidades	p. 51
Quadro 3 – Descrição das atividades desenvolvidas em cada encontro	p. 53
Quadro 4 – Caso e questões norteadoras sobre a QSC	p. 54
Quadro 5 – Organização categorial estabelecida pelos grupos	p. 63
Quadro 6 – Mapeamento das relações CTSA realizado pelos grupos	p. 71
Quadro 7 – Ordem de importância estabelecida pelo Trio	p. 78
Quadro 8 – Ordem de importância estabelecida pelo Grupo 1	p. 78
Quadro 9 – Ordem de importância estabelecida pelo Grupo 2	p. 79
Quadro 10 – Ordem de importância estabelecida pelo Grupo 3	p. 80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Frequência de ocorrência das palavras evocadas pelos alunos	p. 56
---	-------

LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

CTS	Ciência, Tecnologia, Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente
C&T	Ciência e Tecnologia
DDT	Dicloro-difenil-tricloroetano
ELI	Evocação Livre de Ideias
LC	Letramento Científico
NdC	Natureza da Ciência
PARNASI	Parque Nacional Serra de Itabaiana
PIBIC	Programa de Bolsas Institucionais de Iniciação Científica
PIBID	Programa de Bolsas Institucionais de Iniciação à Docência
PLACTS	Pensamento Latino-americano CTS
PPGECIMA	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
PSS	Processo Seletivo Seriado
QSC	Questões Sociocientíficas
SIGAA	Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas
TDSR	Tomada de Decisão Socioambientalmente Responsável
UFS	Universidade Federal de Sergipe
UC	Unidade de Conservação

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	14
1 REFERENCIAIS TEÓRICOS	19
1. 1 Educação científica na perspectiva da educação CTSA.....	19
1. 2 Questões sociocientíficas alinhadas à Educação CTSA	28
1.2.1 Déficit de polinização por declínio de abelhas como QSC relevante para a educação em ciências	33
1. 3 Formação de professores à luz da Educação CTSA com base em QSC	35
1.3.1 Ética ambiental na formação de professores de ciências	38
2 METODOLOGIA	43
2. 1 Características da natureza do estudo.....	43
2. 2 Caracterização dos participantes	44
2. 3 Instrumentos, estratégias e análise de dados	46
2. 4 Descrição da intervenção	50
3 RESULTADOS	54
3.1 Conhecimentos dos licenciandos sobre o déficit de polinização	54
3.2 Relações estabelecidas pelos licenciandos sobre os domínios CTSA.....	58
3.3 Conhecimentos e posicionamentos dos estudantes mobilizados na resolução da QSC.....	66
3.3.1 Respostas as questões norteadoras gerais do caso	66
3.3.2 Respostas as questões norteadoras específicas do caso	74
3. 4 Formação dos licenciandos a partir da experiência com a intervenção	78
3.4.1 Construindo estudos de casos.....	78
3.4.2 Concepções dos participantes a respeito da educação CTSA, o uso de QSC e o estudo de casos como abordagens para a educação em ciências	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
APÊNDICES	100
ANEXOS.....	108

APRESENTAÇÃO

Inicialmente reservo-me ao direito de justificar o uso da primeira pessoa do singular para a apresentação deste trabalho, pois, neste momento, esclarecerei o porquê do mesmo ser tão importante para mim, professora-pesquisadora, e, na minha percepção, para o ensino de ciências. Nas demais seções, usarei a primeira pessoa do plural, por entender que esta dissertação é fruto de esforços múltiplos, meu, do orientador, da coorientadora, de todos os participantes da pesquisa e dos professores examinadores, que foram somados com a pretensão da realização desta de forma satisfatória para todos os envolvidos.

Considero pertinente traçar mesmo que brevemente minha trajetória acadêmica, ou seja, meu “lugar de fala”, como sujeito sócio-histórico dessa dissertação, bem como minhas motivações. Meu interesse pelas Ciências Biológicas começou em 2007, lá na antiga oitava série, quando tive contato com um projeto de extensão da Universidade Federal de Sergipe (UFS). Este projeto tinha como tema a água e objetivou realizar expedições científicas estudantis que, através do estudo do meio, buscou analisar a “saúde” de dois corpos d’água (Açude da Marcela e Barragem Jacarecica I) do município de Itabaiana/SE. Esse contato com atividades típicas do fazer científico, a exemplo da medição do pH da água, me deixou vislumbrada com a Biologia.

Então, prestei o antigo vestibular através do Processo Seletivo Seriado (PSS) e, em 2011, obtive aprovação para o curso de Ciências Biológicas da UFS, do *Campus* Prof. Alberto Carvalho (conhecido como o *campus* das licenciaturas). No terceiro período, fui contemplada com uma bolsa do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica (PIBIC), sob a orientação do professor Dr. Paulo Sérgio Maroti que, por coincidência, foi o mesmo coordenador do projeto de extensão que participei quando ainda estava na educação básica. Este foi o meu primeiro contato com a pesquisa. Foi pura felicidade, sentia-me como pesquisadora e isso foi fonte de motivação.

Já nessa primeira experiência, tive a oportunidade de trabalhar com formação de professores e educação ambiental. Trabalhamos com a validação do material paradidático “RPG (*Role Play Game*) Jogo do Parque”, que tinha como foco apresentar para os alunos a realidade local de uma unidade de conservação (UC) do município de Itabaiana/SE por meio do jogo na modalidade RPG (jogo de papéis que,

nesse caso, tínhamos três personagens: o ornitólogo, o mastozoologista e o carcinólogo). O cenário foi a UC Parque Nacional Serra de Itabaiana (PARNASI) e o enredo apresentava aos alunos os 18 impactos socioambientais existente na UC, solicitando dos alunos ao final do jogo a tomada de decisão com ações sociopolíticas mitigatórias para os impactos apresentados. Identifiquei-me com a educação ambiental e o ensino de ciências. Foi através dessa experiência que percebi como a educação transpassa a ideia de mera acumulação de conhecimentos científicos, sendo o seu objetivo maior a formação de cidadãos, pois uma educação científica que não considera o contexto socioambiental dos estudantes pouco contribui para a ação cidadã. Foi também nesse momento que tive o primeiro contato com a educação em Ciência, Tecnologia, Sociedade (CTS).

O interesse pelo ensino de ciências se consolidou ao longa da graduação e mais ainda quando participei como bolsista do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), sob orientação da professora M. Sc. Lia Midore Meyer Nascimento. Por meio das atividades desenvolvidas na escola, durante as ações do PIBID, pude reafirmar meu compromisso com a educação; era ensinar o que eu queria fazer, contribuir, mesmo que fosse minimamente, na formação das pessoas. Por ironia do destino ou não, as aulas que desenvolvíamos eram todas pautadas na educação CTSA e em Questões Sociocientíficas (QSC).

Todas essas minhas vivências durante a graduação despertaram o meu interesse de fazer mestrado na área de ensino de ciências. As experiências teóricas (leituras sobre a educação CTSA e QSC) e práticas (as aulas vivenciadas durante as ações do PIBID) despertaram o meu interesse por esses referenciais teóricos. Adicionalmente, a sensação que vivenciei após a conclusão do curso, mesmo tendo sido tão atuante durante o mesmo, foi a de insegurança e inexperiência. Questionamentos do tipo: “O que vou fazer agora?”, “Como proporcionar uma boa aula para meus futuros alunos?”, “Como articular os conhecimentos científicos construídos às minhas práticas docentes futuras?”, “Como fazer uma aula nos pressupostos que defendo (CTS/QSC)?” tomavam conta das minhas inquietações.

Em meio a essas inquietações, no final do curso, tive conhecimento sobre o declínio das abelhas. Esta informação gerou-me um certo desconforto, pois no ensino médio não consegui compreender a relação existente entre as abelhas e as plantas. Durante os quatro anos na universidade, não percebi o que Einstein já havia declarado a tantos anos: “Se as abelhas desaparecerem da face da terra, a humanidade terá

apenas mais 4 anos de existência”. Então, me perguntei: que tipo de ensino está presente em nossa prática pedagógica e como isso afeta os nossos alunos? Entendi ser nítido que o ensino transmissivo e tecnicista não cria condições para uma aprendizagem que possibilite interpretações de mundo, muito menos para uma compreensão mais real dos conhecimentos científicos e tampouco o desenvolvimento da criticidade dos alunos.

Somado a isso, vivenciei experiências muito gratificantes, durante as oficinas realizadas no projeto “Ciência Sobre Rodas: busão da ciência do agreste e do sertão”, no qual realizei oficinas com o tema do serviço ecossistêmico das abelhas. Este projeto tinha como objetivo levar à população em geral, por meio de oficinas, realizadas em praças públicas e/ou em pátios de escolas, conhecimentos sobre Ciências, Física, Química e Geografia. Dentro das ciências, as oficinas tinham como objetivo apresentar a sociedade os serviços ecossistêmicos prestados pela natureza como a produção de oxigênio e a polinização. Por meio dessa vivência, notei que polinização é um tema de interesse dos alunos por ser próximo de seus contextos reais e de suas experiências.

As perguntas sem respostas foram me angustiando e essas inquietações me fizeram pensar na proposta que apresento nesta dissertação. Ao prestar seleção para o Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIMA), a minha pretensão foi a de contribuir para a formação de professores de Ciências Biológicas do *campus* que faz parte da minha história; para que eles compreendessem a importância de uma educação libertadora que possibilitasse ultrapassar as barreiras do ensino transmissivo e tecnicista, dando espaço para o desenvolvimento da criticidade, sobretudo com a finalidade de empoderamento, para romper com a manutenção do *status quo* que favorece o discurso autoritário e hegemônico, que contribui para a manutenção de injustiças socioambientais e desigualdades sociais.

Adicionalmente a isso, que os alunos fossem capazes de reconhecer a relevância das abelhas no processo de polinização, e que tivessem a possibilidade de, talvez futuramente, por meio de suas aulas, compartilhar esse conhecimento, para além do mero ensino dos conceitos científicos envolvidos nessa QSC.

O presente texto tem sido uma grande oportunidade de crescimento e amadurecimento profissional e pessoal, também, porque a interação entre o meu grupo de pesquisa, os professores e os colegas de curso me fez perceber a relevância do trabalho coletivo. Parafraseando Paulo Freire, grande educador, no qual busco

inspirações para meu fazer docente, agente transformador dessa sociedade, “Não há saber mais ou saber menos, há saberes diferentes”. São esses saberes somados que transformam o mundo em um lugar mais justo, equitativo e socioambientalmente sustentável.

Nesse contexto, três questões norteiam esse trabalho, a saber:

- ✓ Quais são os conhecimentos dos estudantes de Ciências Biológicas sobre a QSC do déficit de polinização por declínio de abelhas?
- ✓ Quais conhecimentos e posicionamentos são mobilizados pelos estudantes na resolução de um caso sobre essa QSC?
- ✓ Qual a opinião dos estudantes sobre o uso de QSC por meio de casos no ensino de Biologia na perspectiva da educação CTSA na formação inicial desses licenciandos?

Na tentativa de responder a essas questões norteadoras, o objetivo geral dessa dissertação consistiu em “investigar os posicionamentos e conhecimentos mobilizados por estudantes de Biologia na resolução de uma QSC sobre déficit de polinização, assim como as concepções desses estudantes sobre a educação CTSA e o uso de estudo de casos por meio de QSC na educação em ciências”. Com a finalidade de alcançar o objetivo geral, foram traçados quatro objetivos específicos:

1. Investigar conhecimentos dos licenciandos sobre o déficit de polinização;
2. Mapear as relações estabelecidas pelos estudantes sobre os domínios CTSA isoladamente e especificamente do caso sobre uma QSC;
3. Analisar os conhecimentos e posicionamentos dos estudantes mobilizados na tomada de decisão sobre a QSC do déficit de polinização por declínio de abelhas;
4. Analisar os casos construídos pelos alunos e como essa experiência através da intervenção refletiu na formação dos mesmos, bem como as concepções dos participantes a respeito da educação CTSA, o uso de QSC e o estudo de casos como abordagens para a educação em ciências.

Com a finalidade de fomentar as discussões inerentes a esta investigação, consideramos alguns aspectos teóricos presentes na literatura em educação científica, que são apresentados, a seguir, em capítulos. O presente texto é

estruturado em 3 capítulos. O Capítulo 1, intitulado “Referenciais Teóricos”, trata dos três pilares que sustentam a presente investigação, a saber: (i) educação CTSA; (ii) educação com base em QSC; (iii) formação de professores de ciências alinhado aos referenciais anteriores.

O segundo capítulo, “Aportes Metodológicos”, é dedicado à delimitação dos percursos que conduziram este estudo. Ocupa-se em definir o tipo de pesquisa, os participantes; demarcar as estratégias desenvolvidas para a coleta de dados; e apresentar os instrumentos de coleta e seus respectivos tratamento de dados. O terceiro e último capítulo “Análise e discussões dos resultados” tem a pretensão de apresentar as análises e discutir os dados com base nos referenciais teóricos apresentados no Capítulo 1. Por fim, traçamos algumas considerações finais.

1 REFERENCIAIS TEÓRICOS

Antes de atribuírmos significados e definições à educação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente) e às QSC (questões sociocientíficas) no ensino de ciências, consideramos ser necessário, mesmo que brevemente, especificar os objetivos da educação científica. Para Cachapuz e colaboradores (2011) e Santos, W. (2011), a educação científica tem oscilado entre duas finalidades gerais, que são: a preparação para a formação de futuros cientistas e a formação para a cidadania. Como assinala Guimarães (2011), a educação científica, cuja finalidade é a formação de cientistas, dá ênfase à memorização excessiva de fatos, conceitos e fórmulas que pouco fazem (quando fazem) sentido para os alunos. Já a educação científica, com o propósito de formação para a cidadania, busca desenvolver nos alunos a criticidade, o entendimento de questões éticas, morais, políticas e sociais sobre os diversos aspectos que envolvem C&T.

O currículo de ciências no Brasil busca inserir as questões de ciência e de tecnologia relacionadas com a sociedade através dos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN, que expressam o ensino CTSA dentro das disciplinas por meio das novas áreas de ensino criadas – Linguagens, códigos e suas tecnologias, Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias e Ciências humanas e suas tecnologias (BRASIL, 1998; PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007) – porém, não deixam claro os problemas socioambientais. Em outras palavras, os estudantes conseguem entender os diversos conceitos e técnicas que envolvem o déficit de polinização, mas não conseguem associar as questões éticas, morais, políticas que estão em jogo nessa QSC. Desse modo, a educação CTSA com base em QSC colabora para que a educação científica se consolide na segunda finalidade.

A seguir faremos um breve apanhado acerca dos referenciais teóricos que sustentam essa investigação, a saber: (i) educação CTSA; (ii) educação com base em QSC; (iii) Formação de professores alinhado a essas duas perspectivas de ensino da educação científica.

1. 1 Educação científica na perspectiva da educação CTSA

Inicialmente gostaríamos de esclarecer que ao longo desse texto não usaremos uma única sigla para nos referirmos a educação CTSA sobre duas justificativas: (i) em

respeito à forma como cada autor se apropria do termo (sigla), usaremos a terminologia usada pelo autor quando estivermos referenciando os mesmos; (ii) quando não estivermos citando, embora alguns autores afirmem que a dimensão ambiental está amplamente resguardada na dimensão social, adotaremos a sigla CTSA por entendermos, assim como o grupo de pesquisadores no qual nos filiamos (VILCHES; GIL-PÉREZ; PRAIA, 2011; PEDRETTI, 2003), que os diversos problemas socioambientais como perda de biodiversidade, poluição hídrica, desmatamento, entre outros precisam ser discutidos com maior ênfase. Assim, daqui em diante, usaremos tanto a sigla CTSA como CTS.

Justifica-se a sigla CTSA por ser notório no mundo atual a forte influência que exerce a C&T sobre a sociedade e o ambiente, nos apresentando uma certa emergência planetária, partindo do pressuposto de que, para destacar a importância de um ambiente natural equilibrado que forneça condições para a vida, como também para enfatizar que as alterações ambientais são provocadas pelas ações humanas e por isso não se deve defender um desenvolvimento sustentável, pois o planeta não suporta mais nenhum tipo de desenvolvimento econômico (SANTOS, J., 2017), temos que explicitar a dimensão ambiental, quando nos referimos às relações entre os domínios CTSA com vistas a alcançar uma maior justiça socioambiental (HODSON, 2004, 2011).

Os avanços científicos e tecnológicos têm reflexos sobre a sociedade contemporânea de diversas formas, sendo alguns benéficos (e.g. máquina a vapor, tratamento para doenças, computador, etc.) e outros maléficos (e.g. padrões de consumo insustentáveis que corroboram para a manutenção *status quo* do capitalismo, ou seja, não é o ser humano quem controla a tecnologia, e sim a tecnologia que está dominando o homem, ditando os padrões de consumo da mesma). Além disso, os problemas socioambientais contemporâneos, como a perda de biodiversidade, poluição e alterações climáticas, são consequências de ações antrópicas que, muitas vezes, estão relacionadas às atividades científicas e tecnológicas (CONRADO; EL-HANI; NUNES-NETO, 2013).

Desse modo, podemos considerar C&T como uma “faca de dois gumes”, pois, como afirma Martínez-Pérez (2012), ao passo que podem propiciar benefícios e bem-estar social, a exemplo de avanços na medicina regenerativa, podem também ser algozes e causar malefícios socioambientais irreparáveis, como por exemplo o aquecimento global e as bombas nucleares (BAZZO; PEREIRA; BAZZO, 2014).

Problematizar C&T torna-se uma necessidade crescente nos dias atuais, sobretudo para uma maior e mais ampliada compreensão da atividade científica e tecnológica e de sua relevância para a sociedade. Nesse sentido, a perspectiva CTSA surge como uma possível resposta a essa necessidade, permitindo contextualizar aspectos sociais, ambientais, históricos, econômicos, políticos, éticos e culturais. Os estudos sobre o movimento CTS surgiram entre as décadas de 1960 e 1970 por influências dos movimentos sociais, ambientais e científicos; questionamentos por parte da sociedade sobre a crença cega em C&T; e como reação acadêmica a concepção tradicional e positivista da ciência (SANTOS; MORTIMER, 2001; AULER, 2002; PALACIOS et al., 2003; MARTÍNEZ-PÉREZ, 2010, 2012; MARTÍNEZ-PÉREZ; LOZANO, 2013).

Somam-se a isso publicações do ano de 1962, como *Primavera Silenciosa*, de Rachel Carson – bióloga e ambientalista – que questionou o agravamento dos problemas ambientais decorrentes dos avanços científicos e tecnológicos, mais especificamente os efeitos nocivos do dicloro-difenil-tricloroetano (DDT), e *A Estrutura das Revoluções Científicas*, de Thomas Kuhn – físico e epistemólogo – que apresentou a não neutralidade científica e uma visão mais social da atividade científica, constituíram os fundamentos centrais do movimento CTS. Tais episódios contribuíram para provocar reações na sociedade no que diz respeito à C&T ser considerada a salvadora dos problemas socioambientais. (AULER; BAZZO, 2001; AULER, 2002, 2003; VON LINSINGEN, 2007; VAZ; FAGUNDES; PINHEIRO, 2009; MARTÍNEZ-PÉREZ; LOZANO, 2013).

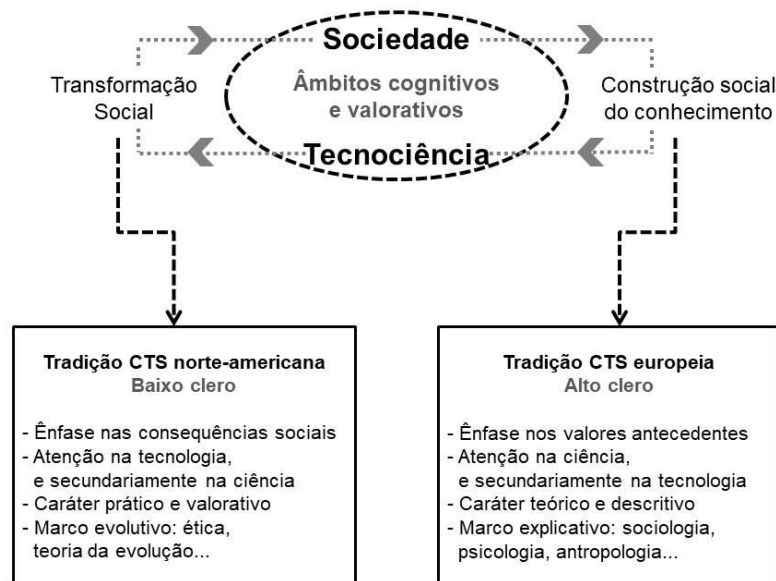
Dessa forma, o modelo de desenvolvimento linear¹ foi posto à prova, evidenciando que a solução não consiste em desenvolver mais C&T, mas pensar em uma nova forma de conceber a C&T (AULER; BAZZO, 2001), que leve em consideração a participação da sociedade nas decisões que dizem respeito a C&T, sobretudo naquelas em que as consequências recaem diretamente sobre a sociedade; particularmente, mais recentemente, tem-se defendido uma educação CTSA para contribuir ao alcance de uma sociedade mais justa, igualitária, sustentável

¹ Desenvolvimento Linear: mais ciência = mais tecnologia = mais desenvolvimento econômico = mais bem-estar social (para mais detalhes, consultar: PALACIOS et al., 2003; AULER; BAZZO, 2001).

e democrática (SANTOS, W., 2011; MARTÍNEZ-PÉREZ, 2010, 2012; CONRADO, 2017).

Segundo Palacios e colaboradores (2003) e Bazzo, Pereira e Bazzo (2014), duas tradições marcaram as origens CTS: tradição europeia (acadêmica) e tradição norte-americana (social). O esquema, representado pela figura 1, mostra que a primeira tradição é mais centrada na ciência com ênfase nos fatores sociais que interferiam no desenvolvimento científico e tecnológico, enquanto a segunda tradição volta a atenção à tecnologia, com ênfase nas consequências sociais da C&T.

Figura 1: Tradições CTS e suas influências na sociedade.



Fonte: Bazzo, Pereira e Bazzo (2014, p. 64).

Embora essas duas tradições tenham marcado as discussões sobre as origens do movimento CTS, no entender de Strieder (2012), o movimento CTS compartilha, nos dias atuais, um certo núcleo comum com base nas duas tradições, que são: (i) rechaço à imagem da ciência como atividade pura e neutra; (ii) crítica à concepção de tecnologia como atividade neutra e aplicada da ciência (CACHAPUZ et al., 2011); (iii) promoção da participação da sociedade na tomada de decisão sobre assuntos que envolvem C&T e problemas socioambientais.

No que concerne às discussões sobre o movimento CTS na América Latina, salientamos o trabalho de Dagnino, Silva e Padovanni (2011), que destacam o Pensamento Latino-Americano em CTS (PLACTS). Segundo os autores, o PLACTS

não tinha como objetivo central influenciar os rumos da C&T mediante a participação pública na ciência, mas promover uma ação direta nas políticas públicas de C&T, sendo o objetivo inicial fomentar políticas públicas para o desenvolvimento de C&T nacional. A partir da associação do movimento CTS com a educação crítica se desenvolveu um PLACTS que reivindica um projeto de políticas públicas em C&T que fosse embasado nas necessidades dos países subdesenvolvidos e não pautado nas necessidades dos países do primeiro mundo (STRIEDER, 2012).

O movimento CTSA tem sido desenvolvido em três distintos campos, a saber: (i) **da sociologia ou acadêmico**, voltando a preocupação para contextualização da ciência e fortes críticas ao positivismo científico; (ii) **das políticas públicas**, preocupado principalmente em promover uma maior participação pública nas questões que envolvem C&T, caracterizando-se assim em um campo de militância e ativismo social; e **da educação**, voltado a atenção para um ensino contextualizado e crítico com base nas inter-relações sociais entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, promovendo a introdução de programas e disciplinas CTSA no ensino básico e universitário (PALACIOS et al., 2003; SANTOS, W., 2012; VON LINSINGEN, 2007) capazes de desenvolver cidadãos mais participativos nas decisões científicas-tecnológicas.

Mesmo que o movimento CTSA tenha surgido em um contexto muito mais amplo, ou seja, fora do contexto educacional, na educação encontrou campo fértil para seu desenvolvimento. De acordo com Aikenhead (2005, 2009), mudanças na percepção de ensino são frutos, em certa medida, das modificações da realidade social. Dessa forma, no campo da educação, o ensino de ciências na perspectiva CTSA surge como meio de problematizar as concepções científicista e tecnocrática da ciência (SANTOS; MORTIMER, 2001) que pouco viabilizam a participação ativa dos alunos dentro da sala de aula e fora dela, nas discussões públicas sobre essas questões (MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012; AULER; BAZZO, 2001).

Nessa perspectiva, a formação de estudantes capazes de mobilizar os conhecimentos científicos-tecnológicos para tomar decisões em contextos reais é um dos principais propósitos da educação CTSA (SANTOS, W., 2009, 2011). Para Santos e Mortimer (2001, p. 95), o objetivo central está na “formação da cidadania para uma ação social responsável”. Na educação CTSA, as inter-relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente têm a ver tanto com o modo de percepção pública dos fatores sociais que influenciam a atividade científica e tecnológica, quanto o

entendimento das consequências socioambientais resultantes dos avanços dessas atividades. Sendo assim, são características do CTSA na educação a interdisciplinaridade, a contextualização, o desenvolvimento da criticidade e a dialogicidade, caracterizando-se, dessa forma, em um ensino mais humanitário, contraditoriamente ao ensino transmissivo que pouco ou quase não abre espaço para essas características.

Por sua vez, Pedretti e Nazir (2011), assim como Conrado e Nunes-Neto (2018), afirmam que a educação CTSA não é um movimento coeso e homogêneo na educação científica. Os autores chamam a atenção para as divergências internas, uma variedade de ênfases, enfoques e tendências que o movimento e mais particularmente a educação CTSA dispõe.

As influências do movimento CTS reclamavam um ensino humanístico de Ciências, em oposição ao ensino elitista e tecnocrático, tendo a pretensão de superar o *status quo* da educação em ciências e tecnologia, caracterizado pelo ensino conteudista e compartimentalizado das disciplinas científicas (Química, Física e Biologia) (MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012, p. 12).

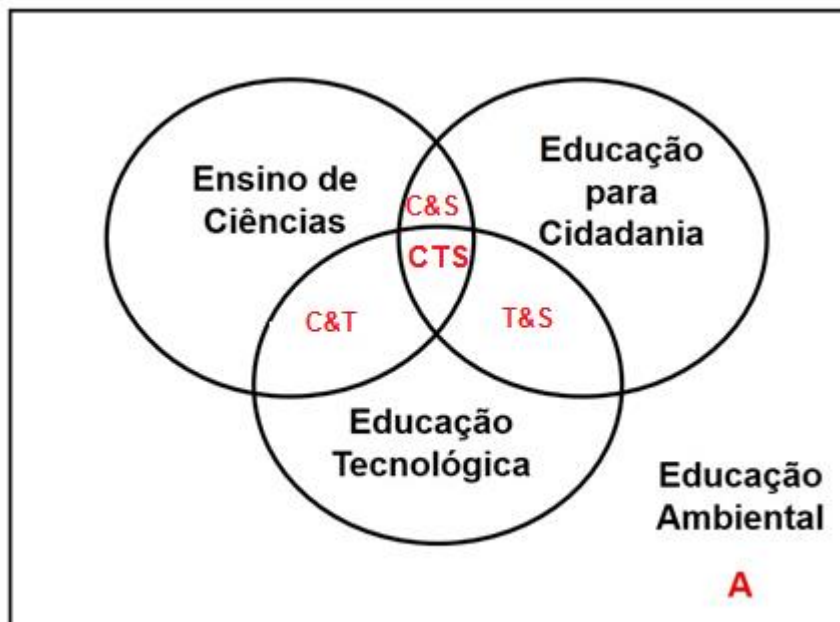
Para alcançar uma formação para o pleno exercício da cidadania, entendemos fazer-se necessário que os alunos cultivem em si o que Auler (2002) chama de “cultura de participação”, ou seja, que os estudantes entendam que eles estão inseridos em uma sociedade e, como tal, devem cultivar ações que propiciem a terem voz ativa nas decisões, sejam elas, por exemplo, políticas ou culturais, sobre seus contextos. Para isso, é fundamental que os alunos estejam munidos de conhecimentos científicos, mas não apenas desses, como habilidades, valores e atitudes que lhes permitam tomar decisões, em nível pessoal e coletivo, conscientes e responsáveis, para o bem comum de indivíduos e da sociedade (CONRADO; EL-HANI; NUNES-NETO, 2013; CONRADO, 2017).

Educar, numa perspectiva CTS é, fundamentalmente, possibilitar uma formação para maior inserção social das pessoas no sentido de se tornarem aptas a participar dos processos de tomadas de decisões conscientes e negociadas em assuntos que envolvam ciência e tecnologia (VON LINSINGEN, 2007, p. 14).

Sendo assim, Hofstein, Aikenhead e Riquarts (1988), citados por Santos e Mortimer (2002), caracterizam a educação CTS como um ensino de conteúdos

científicos e tecnológicos em seu contexto social, no qual os alunos podem perceber a integração entre as inter-relações CTSA e o seu cotidiano (figura 2). Na figura 2, a partir dos autores, inserimos a dimensão ambiental como sendo o *locus* onde todas as demais dimensões ocorrem.

Figura 2: Educação CTSA.



Fonte: elaborado pela autora, adaptado de Santos (2012).

Porém, é preciso ter em conta que a educação CTSA apresenta uma diversidade de definições que acaba implicando em proposições, que, por vezes, os professores enfrentam dificuldades em termos práticos de inserção nas salas de aula. Santos, W. (2012, p. 53) argumenta ser “fundamental um delineamento básico para se compreender o que caracteriza a educação CTS”. Adicionalmente, Zeidler e colaboradores (2005) apontam para a falta de estrutura prática nas orientações CTSA para subsidiar as atividades pedagógicas do professor.

Este contexto pouco homogêneo e unificado pode ser entendido através do trabalho de Pedretti e Nazir (2011). As autoras supracitadas realizaram uma investigação que possibilitou uma importante contribuição para as pesquisas e prática da educação científica sob a perspectiva CTSA. Segundo as pesquisadoras, embora seja apoiada por muitos educadores no mundo inteiro, a exemplo de Solomon e Aikenhed (1994); Ziman (1980) e Fensham (1988), a educação CTSA apresenta

desafios tanto ideológicos como de natureza prática. As seis correntes² de educação CTSA mapeadas pelas investigadoras, após 40 anos do surgimento desse *slogan* na literatura em educação científica, têm a finalidade de informar aos educadores sobre seus próprios entendimentos, escolhas e práticas teóricas no contexto da educação CTSA.

Pedretti e Nazir (2011) reconhecem que suas análises não são exaustivas, o que pode propiciar novas investigações com contribuições que somem a essa análise. Além disso, é preciso se ter em conta que essas correntes não são excludentes. Está além do escopo desta investigação discutir pormenores tais correntes, pois acreditamos não ser foco desta investigação, mas consideramos importante explicitar tais informações para justificar nosso filamento às ideias de Zeidler e colaboradores (2005), que advogam a favor das Questões Sociocientíficas como estratégia didática para se colocar em prática a educação CTSA em sala de aula. Segundo os autores, a abordagem das QSC é um desdobramento da abordagem CTSA de ensino de ciências.

Das seis correntes – (1) Corrente Aplicação/Design; (2) Corrente Histórica; (3) Corrente de Raciocínio Lógico; (4) Corrente Centrada no Valor; (5) Corrente Sociocultural e (6) Corrente Socioecojustiça –, quatro delas, a saber: Corrente de Raciocínio Lógico; Corrente Centrada em Valores; Corrente Sociocultural e Corrente Socioecojustiça, explicitam, através das análises das autoras, o uso, rotineiramente, de QSC como estratégias dessas correntes. Julgamos ser necessário, mesmo que brevemente, fazer uma descrição das quatro correntes citadas anteriormente, pois é dentro desse contexto que situaremos a abordagem desenvolvida nessa dissertação:

A **corrente raciocínio lógico** busca a tomada de decisão sobre QSC através da consideração do raciocínio de argumentos sobre evidências empíricas. A **corrente centrada em valores** busca a tomada de decisão sobre QSC por meio da consideração ética e do desenvolvimento cognitivo do raciocínio moral. A **corrente sociocultural** busca o entendimento de C&T dentro de um contexto sociocultural mais

² “A metáfora das correntes parece apropriada. Concebemos a educação do CTSA como um vasto oceano de ideias, princípios e práticas que se sobrepõem e entremeiam um no outro. Não há correntes mutuamente exclusivas, mas correntes discerníveis ou coleções de ideias que se juntam para formar rotas potenciais, disponíveis para professores e acadêmicos enquanto navegam pelas águas do CTSA” (PEDRETTI; NAZIR, 2011, p. 603. [Tradução nossa]).

amplo e, por fim, a **corrente socioecojustiça** busca criticar e resolver os problemas sociais e ecológicos através do ativismo (PEDRETTI; NAZIR, 2011).

Além do uso de QSC como estratégias de ensino dessas correntes mencionadas acima, as autoras evidenciam o uso de estudo de casos nas correntes centrada em valores, sociocultural e socioecojustiça como exemplo de estratégias didáticas, o que se filia ainda mais com a proposta que apresentaremos a seguir nos próximos capítulos. Tomamos como direcionamento o estudo de caso da QSC déficit de polinização como metodologia para obtenção de dados. Sendo assim, a abordagem apresentada e desenvolvida neste trabalho alinha-se com as correntes de educação CTSA 4 (centrada em valores) e 6 (socioecojustiça) da análise de Pedretti e Nazir (2011).

Zeidler e colaboradores (2005) enfatizam ainda que uma das possíveis razões pelo qual a educação CTSA tem se tornado marginalizada no ensino de ciências deve-se ao fato da falta de foco ou base teórica unificada, coerente e coesa para a educação CTSA. Para Pedretti (2003), os professores possuem dificuldades na prática da educação CTSA quando decidem trabalhar com os alunos questões de raciocínio ético, argumentação, ação social responsável e questões de poder, que na maioria das vezes não são explicitadas através das inter-relações CTSA.

Isso pode ser evidenciado no entender de Zeidler e colaboradores (2005), através dos objetivos de ambas perspectivas de ensino. Para os autores, a educação CTSA possui objetivos distintos dos objetivos da educação com base em QSC. Enquanto a primeira objetiva aumentar o interesse dos alunos pela ciência através de um contexto social, a segunda perspectiva procura estimular o desenvolvimento cognitivo em moralidade e ética. Ênfases que são parcialmente, quando não, totalmente ausentes na primeira perspectiva. Além disso, algumas vertentes da educação CTSA, conforme Conrado (2017, p. 75), “[...] pode ser implementada muito mais para manter o *status quo* social e político, do que para promover mudanças efetivas rumo a maior equidade, justiça e sustentabilidade”. Adicionalmente, Martínez-Pérez (2012) defende a abordagem de QSC, no ensino de ciências, como uma prática concreta de incorporar a perspectiva CTSA às práticas dos professores de ciências.

Nos questionamos sobre como podemos nos orientar em meio a uma diversidade de proposições e concordamos que ainda há uma carência de trabalhos que tenham a finalidade de orientar o professor em atividades que abordem os conteúdos programáticos do currículo de ciências de acordo com os princípios da

educação CTSA. Dentro desse contexto, devido a essa necessidade, defendemos o uso das QSC aliadas para além da instrumentação com a educação CTSA no ensino de ciências. Na seção a seguir, detalharemos sobre a perspectiva da educação científica com base em QSC na educação CTSA.

1. 2 Questões sociocientíficas alinhadas à Educação CTSA

As QSC são problemas reais, complexos, relevantes no cenário mundial e muitas das vezes controversos. Para sua resolução, apenas conhecimentos científicos não são suficientes, pois geralmente esses problemas precisam mobilizar conhecimentos de outros campos, como da Ética, da História, da Política e da Economia, além de habilidades, valores e atitudes (CONRADO, 2017; MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012; HODSON, 2010, 2013; ZEIDLER; NILCHOLS, 2009). São questões que apresentam claramente uma base científica e fortemente um impacto sobre a sociedade (RATCLIFFE; GRACE, 2003). Para Santos, W. (2007), as QSC (por ele denominado de aspectos sociocientíficos) são problemas ambientais, políticos, sociais, econômicos, culturais e éticos referentes a C&T.

Por serem problemas complexos, interdisciplinares, multidimensionais e controversos que envolvem CTSA, as QSC apresentam potencialidades de serem utilizadas dentro do contexto educacional (SADLER, 2004; KOLSTO, 2001). A adoção do ensino baseado em QSC, no contexto da educação CTSA, permite uma formação de indivíduos mais contextualizada e humanitária (MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012), capaz de mobilizar conhecimentos, habilidades, valores e atitudes, além de estimular um engajamento para ações sociopolíticas (CONRADO, 2017; HODSON, 2011, 2018).

[...] questões sociocientíficas, então, é um termo mais amplo que inclui tudo o que o CTS tem a oferecer, **considerando também as dimensões éticas da ciência, o raciocínio moral da criança e o desenvolvimento emocional do aluno** (ZEIDLER et al., 2002, p. 344 apud ZEIDLER et al., 2005, p. 360-361 [Tradução e grifo nosso]).

De acordo com Pedretti (2003), a abordagem de QSC possibilitou um caminho concreto para sanar ou minimizar os desafios da educação CTSA no ensino de ciências. Em suas investigações, Martínez-Pérez (2012, p. 60) advoga a favor do ensino de ciências com enfoque CTSA através da abordagem de QSC, por permitir

“potencializar a participação de estudantes nas aulas de ciências, favorecendo o ensino democrático em busca da constituição da cidadania dos estudantes”.

Porém, para Zeidler e Nilchols (2009), a escolha da QSC deve levar em consideração uma cuidadosa avaliação do contexto sociocultural no qual os alunos estão inseridos, ou seja, as QSC precisam ser relevantes, pessoalmente significativas e envolvidas com os alunos. Ademais, Hodson (2018) afirma que o ideal pode ser uma combinação equilibrada de questões significativas para o professor (sejam elas locais, nacionais ou globais), a partir de suas disponibilidades de recursos curriculares ou, o contrário, à falta desses, concomitantemente com uma variedade de QSC escolhidas pelos estudantes de acordo com os interesses pessoais dos mesmos.

Segundo Ratcliffe e Grace (2003, p. 13), as QSC apresentam uma natureza específica, sendo que esta:

- (i) Tem uma base na ciência, frequentemente de conhecimento de fronteira (ou seja, conhecimento científico ainda não consolidado);
- (ii) Envolve a formação de opiniões, fazer escolhas a nível pessoal ou social;
- (iii) É frequentemente relatada pela mídia, muitas vezes de forma distorcida e incompleta pelos interesses do próprio comunicador;
- (iv) Lida com informações incompletas devido a evidências científicas conflitantes e relatórios inevitavelmente incompletos;
- (v) Aborda as dimensões locais, nacionais e globais, isto é, tem ampla magnitude;
- (vi) Envolve alguma análise custo-benefício em que o risco interage com os valores;
- (vii) Pode envolver a consideração da sustentabilidade;
- (viii) Envolve valores e raciocínio ético;
- (ix) Pode exigir alguma compreensão de probabilidade e risco.

Para Abd-El-Khalick (2003) as QSC são mais estimulantes do que os exercícios ou “problemas” que aparecem rotineiramente nas aulas de ciências. As QSC, diferentemente dos tradicionais exercícios que possuem respostas certas ou erradas e abrangem apenas conhecimentos científicos e/ou tecnológicos, não possuem soluções prontas e fáceis; são geralmente problemas pouco estruturados, permitindo

ampla discussão pelos alunos; além de mobilizarem conhecimentos de diversas áreas e valores (pessoais, coletivos, culturais, morais, éticos e até religiosos).

Desse modo, as QSC possibilitam, no ensino de ciências, abordar nas aulas, além de conhecimentos científicos e tecnológicos (mesmo que em menor grau), aspectos filosóficos, éticos, políticos, culturais e ideológicos da C&T que possibilitam o entendimento dos problemas socioambientais decorrentes dos avanços científicos e tecnológicos que conseqüentemente corroboram para construção de uma sociedade capaz de desenvolver competências e habilidades para a tomada de decisão socioambientalmente responsável (TDSR) no mundo contemporâneo. Além disso, Guimarães (2011) indica que as discussões de QSC favorecem o entendimento da natureza da ciência, o que implica possibilitar a formação de cidadãos que compreendam as aplicações e implicações sociais da atividade científica-tecnológica.

Zeidler e Nichols (2009) apontam que a intenção é que as QSC envolvam os alunos em diálogos, discussões e debates, para incluir a participação destes no desenvolvimento de habilidades de argumentação (SADLER, 2004), a capacidade de diferenciar informações científicas das não científicas e o reconhecimento e fiabilidade dessas informações. Além disso, segundo os autores mencionados, um dos benefícios das QSC no ensino de ciências é que as discussões e os debates veiculados pelas controvérsias exigem que os alunos desenvolvam muitas das habilidades e disposições associadas ao pensamento crítico (SOLBES, 2013). No entender de Guimarães (2011, p. 14):

É importante ressaltar que o objetivo das discussões de questões sociocientíficas não é encontrar a verdade moral ou científica. [...] a resolução dessas questões não é fácil e envolve múltiplos aspectos da vida dos estudantes. O objetivo das discussões é permitir que cada aluno avalie as informações e saiba argumentar e **ouvir os argumentos dos colegas com respeito** [Grifo nosso].

Para Carnio, Lopes e Mendonça (2016), uma das características notavelmente marcante das QSC diz respeito ao reconhecimento – por parte dos alunos e professores – da temática trabalhada na sala de aula, seja ela local, nacional ou global. Por possuir esse caráter muito próximo com o contexto familiar dos alunos, as QSC, como afirma Conrado (2017), facilitam uma conexão afetiva que pode ser uma mola propulsora para o engajamento dos alunos nas resoluções e possíveis soluções

para as QSC. Isso permite que os alunos mobilizem conhecimentos (das mais variadas áreas) relacionados com o tema da controvérsia.

Além disso, as QSC possibilitam aos alunos assumirem papéis tanto da comunidade científica quanto da sociedade (SADLER; ZEIDLER, 2004), nos quais os alunos propõem diferentes explicações para várias questões, o que contribui para que eles se preparem para enfrentar problemas inerentes ao exercício de sua profissão e também como cidadãos.

Baseado em pesquisas realizadas dentro da comunidade de educação científica, Zeidler e colaboradores (2005) elaboraram uma estrutura que aborda quatro áreas de importância pedagógica para o ensino de QSC que devem ser levadas em consideração ao trabalhar com QSC no ensino, são elas:

- (i) Questões de natureza científica – permitem a discussão da natureza da ciência;
- (ii) Questões de discurso na sala de aula – enfatizam o papel crucial que o discurso desempenha nas interações entre os pares e seu impacto no raciocínio, além disso ressalta a importância de desenvolver as visões dos alunos sobre a ciência através da argumentação;
- (iii) Questões culturais – abordam os aspectos pluralistas e sociológicos das salas de aula de ciências, valorizando a diversidade cultural. A essência do bom ensino, nessa área, deve incluir o desenvolvimento moral e ético dos estudantes. As questões culturais são particularmente significativas para experiências educacionais relacionadas às QSC.
- (iv) Questões baseados em casos – evidenciam o uso de estudo de casos de controvérsias sociocientíficas para promover desenvolvimento moral e ético e habilidades do pensamento crítico, além disso reforçam a postura de que para desenvolver cidadãos alfabetizados cientificamente, a comunidade de educação científica deve ir além das práticas anteriores do CTS, que geralmente não favorece o crescimento moral dos alunos.

O uso de QSC através de casos representa uma estratégia pedagógica com objetivos claramente definidos, mas, sobretudo, com implicações psicológicas (como o papel do afeto, das emoções no funcionamento moral) do/ou no currículo de ciências

e/ou no discurso de sala de aula (ZEIDLER et al., 2005). Mas, segundo esses autores essa estrutura deve ser vista como um modelo conceitual provisório que pode ser reajustado a partir de novas pesquisas para melhor atender os anseios e objetivos da abordagem de QSC.

Embora Zeidler e colaboradores (2005) apontam uma notável diferença entre a educação CTSA e a educação com base em QSC (a primeira tem uma ênfase na compreensão das inter-relações da ciência com aspectos tecnológicos, sociais, ambientais, culturais e políticos, enquanto as QSC, na educação, enfatizam os aspectos éticos e morais da ciência), Martínez-Pérez (2010) salienta que estas duas perspectivas de ensino, alinhadas, se filiam e têm como objetivo comum focalizar o ensino de ciências na formação para cidadania no ensino básico e universitário, bem como nos processos de formação cidadã mais amplos na sociedade.

Entende-se que a abordagem de QSC no ensino de ciências constitui um tema de pesquisa recente e em desenvolvimento dentro da comunidade de pesquisa em educação científica, de modo que investigar as discussões envolvidas nesse processo pode possibilitar uma visão preliminar da compreensão de QSC presente na pesquisa em educação em ciências no Brasil, elucidando elementos relacionados à sua abordagem no ensino e sinalizando para aspectos que demandam aprofundamentos.

Porém, no Brasil já existe um movimento de tentar suprir essa necessidade exposta acima. Isso pode ser notado através do trabalho de Conrado e Nunes-Neto (2018) em seu livro *Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas*. Esta obra reuni e apresenta 14 propostas de ensino baseadas em QSC com os mais variados problemas socioambientais, sociocientíficos e sociotecnológicos. Dentre as propostas, destacamos o uso de agrotóxicos, poluição hídrica, declínio de polinizadores, *doping* genético, transgênicos como temas de QSC, dentre outros.

Diante disso, como QSC relevante para discutir relações CTSA na formação de professores de Biologia, consideramos o tema “déficit de polinização por declínio de abelhas”, que é um problema real e mundial, que trouxemos e adaptamos para o contexto educacional por ser um tema que permite contextualizar conteúdos de C&T de modo interdisciplinar (e.g. conteúdos de ecologia, botânica, evolução, aspectos históricos, morais, econômicos e políticos); discutir questões éticas e valores dos envolvidos (e.g. condutas que prejudicam seres vivos e valor da natureza e do

trabalhador do campo); exercitar raciocínio argumentativo (e.g. na justificativa sobre uma tomada de decisão) (CONRADO, 2017).

1.2.1 Déficit de polinização por declínio de abelhas como QSC relevante para a educação em ciências

A polinização, processo de transporte do pólen de uma flor para outra flor, se caracteriza como um dos mais vitais processos na manutenção da biodiversidade e é, assim, uma condição indispensável para a reprodução de diversas angiospermas. Bensusan (2008, p. 246) aponta que “[...] das 250.000 espécies de plantas com flores, estima-se que 90% sejam polinizadas por animais, especialmente insetos”. Dentre os insetos polinizadores, as abelhas são os principais polinizadores, pois se alimentam exclusivamente do pólen e néctar e por isso dependem exclusivamente desse “passeio pelas flores”, indicando, muitas vezes, processos coevolutivos com a planta (ABROL, 2015; FREITAS; SILVA, 2015; POTTS et al., 2010).

De acordo com Freitas e Silva (2015, p. 11), “as abelhas são responsáveis pela polinização de 73% do total e de 42% das 57 espécies vegetais mais plantadas no mundo”. Muitas das plantas que compõem a dieta alimentar de grande parte da população dependem de polinizadores; pode-se citar, por exemplo, batata, cana-de-açúcar, soja, feijão, laranja, melancia, tomate, batata-doce, amendoim, abóbora, caju, morango, café, maçã, como alguns dos alimentos que são polinizados exclusivamente pelas abelhas e uma outra variedade de frutos que a abelha também poliniza juntamente com outros polinizadores. (BENSUSAN, 2008; FREITAS; SILVA, 2015).

Abrol (2015) aponta que o declínio das abelhas é evidenciado desde meados do final da década de 1980 e início da década de 1990, sendo a principal causa a perda ou fragmentação de habitat. Além desse motivo, o uso indiscriminado de agrotóxicos é outro fator de extrema urgência que tem colaborado para a redução no número de espécies de abelhas mundialmente (LIMA; ROCHA, 2012), associado ao tipo de cultivo que hoje já é considerado por muitos como insustentável, a monocultura.

A redução das abelhas apresenta tanto impactos ambientais quanto impactos sociais. Um exemplo é a perda na variabilidade genética das espécies, acarretando consequentemente em perda de biodiversidade, e outro exemplo é o decréscimo na produção de alimentos (CONRADO et al., 2015, 2016, 2018). Discutir sobre estes

aspectos é de extrema relevância para o ensino de ciências na perspectiva da educação CTSA, uma vez que o déficit de polinização por redução de abelhas é um problema socioambiental atual de grande magnitude, nacional e global, para a sociedade e, assim, uma compreensão ampliada desse tema pode auxiliar no desenvolvimento da capacidade de TDSR. Para isso, as QSC podem ser adotadas para a abordagem desse tema.

Além disso, particularmente no ensino de Biologia, a QSC “déficit de polinização” permite uma abordagem interdisciplinar, por possibilitar a mobilização, por exemplo, de conhecimentos de: (i) ecologia (e.g. interações ecológicas); (ii) evolução (e.g. conceito de seleção natural causada pelos agrotóxicos e coevolução entre espécies de insetos e flores de angiospermas); (iii) ética (e.g. conhecimentos sobre teorias morais); (iv) política (e.g. legislação ambiental e modos de fiscalização sobre uso de agrotóxicos) para a resolução do problema. (CONRADO et al., 2015, 2016; CONRADO, 2017). Adicionalmente, habilidades de investigação científica e argumentativas para justificar uma tomada de decisão sobre a QSC podem ser desenvolvidas; valores da natureza e dos seres vivos poderão ser discutidos; atitudes para potencializar a polinização também poderão ser colocados, e, assim, o estudante poderá desenvolver uma concepção mais abrangente sobre o tema da QSC e a importância dos domínios CTSA relacionados (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Dessa forma, numa perspectiva de educação CTSA, podemos considerar, no mínimo, que uma QSC sobre déficit de polinização pode estimular a mobilização pelos estudantes de conteúdos nos domínios de C&T, como: conceitos sobre polinização, ecossistema, funções, bens e serviços ecossistêmicos, interação inseto-planta, bases de anatomia e fisiologia de plantas, coevolução, além de investigação sobre técnicas de plantio (como monocultura e policultura) e tecnologias envolvidas com a produção de alimentos, técnicas de mensuração de processos ecológicos, eficiência de polinização entre diferentes espécies de polinizadores e dados estatísticos sobre uso e efeitos de agrotóxicos nos seres vivos e ambiente (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Conforme questões norteadoras que são adotadas para a discussão da QSC, também poder-se-ia discutir conteúdos nos domínios Sociedade e Ambiente (SA), como teorias éticas, perspectivas de ontologia moral (como conceitos sobre valor intrínseco e valor instrumental de espécies e ecossistemas), modelos de saúde, legislação e ações condizentes com conservação ou preservação de serviços

ecossistêmicos (como a polinização), além de refletir sobre como a condição ambiental se altera com a redução de polinizadores e a importância dos polinizadores para a manutenção da vida (CONRADO, 2017). Desse modo, consideramos que o tema é adequado para ser abordado como uma QSC em um curso de formação inicial de professores de Biologia numa perspectiva de educação CTSA.

1. 3 Formação de professores à luz da Educação CTSA com base em QSC

Para iniciarmos uma discussão sobre a formação de professores com alinhamentos da educação CTSA às QSC apresentamos o seguinte recorte de Guimarães (2011, p. 26): “Se um dos objetivos do ensino de ciências na educação básica é permitir que os estudantes pensem sobre a ciência e tenham um raciocínio crítico sobre ela, é essencial que os professores sejam preparados para isso”. Desse modo, percebemos ser relevante o desenvolvimento de pesquisas que buscam problematizar a formação de professores de ciências nesse contexto.

A interface entre a formação crítica de professores de ciências e a educação CTSA com base em QSC é evidenciada por diversos autores (PEDRANCINI; SIERRA, 2016; MARTÍNEZ-PÉREZ, 2010, 2012). Todavia, Souza e Gehlen (2017) apontam para a falta de trabalhos que abarcam a relação entre essas duas perspectivas no ensino como foco de pesquisa no Brasil. Consideramos que esta constatação reflete diretamente na formação de professores, visto que, como salienta Cachapuz e colaboradores (2011, p. 37), “é preciso previamente modificar a epistemologia dos professores” se quisermos mudar a prática dos futuros docentes. Então, é preciso promover mudanças na formação inicial de professores para alcançar mudanças nas futuras práticas pedagógicas dos mesmos.

Dessa forma, entendemos ser através da formação de professores – que são agentes transformadores na sociedade – que alcançaremos mudanças significativas no *status quo* do ensino de ciências, que atualmente pouco viabiliza a emancipação, o desenvolvimento da criticidade e a formação política dos alunos, pois estes precisam ir além da mera função passiva de acumulação de conhecimentos científicos dentro da sala de aula. Enfatizamos este argumento com base em Pedrancini e Sierra (2016, p. 42):

A ação docente não pode se limitar ao ensino dos conhecimentos teóricos e disciplinares, mas deve principalmente comprometer-se com a contextualização destes em um determinado cenário político, isto é, o professor tem um papel social. Logo, **a formação desse profissional deve orientar o seu agir crítico, sua capacidade de interrogar-se sobre o seu papel na sociedade, seu compromisso com ações educativas direcionadas com a emancipação social de seus alunos e análise das possibilidades de transformação social por meio do ensino** [grifo nosso].

Reis (2004) aponta que apesar das múltiplas vantagens do ensino de QSC nas aulas de ciências, estas atividades estão um pouco distantes, mesmo quando as QSC estão próximas e interagem com os conteúdos curriculares, porque os professores apresentam alguns obstáculos que os impedem de trabalhar as QSC dentro dos contextos educacionais. Através dos trabalhos de Reis (2004), Guimarães (2011) e Pedrancini e Sierra (2016), reunimos alguns desses entraves, a saber: (i) medo dos eventuais protestos dos diretores e coordenadores; (ii) medo de uma possível falta de controle das discussões; (iii) falta de conhecimento necessário à discussão sobre a natureza da ciência e os aspectos sociológicos, políticos, éticos e econômicos dos assuntos em discussão; (iv) sistemas de avaliação que não levam em consideração a introdução de QSC no ensino e sim uma aprendizagem memorística; (v) o fato de que alguns professores não destacam as atividades de discussão em seus planos, considerando-as como atividade extracurricular; (vi) a extensão dos programas de ensino que impossibilitam os professores de encontrar tempo para encaixar a discussão de temas controversos no programa e, (vii) o fato de os programas não incluírem, de forma explícita, temas controversos aliados às dificuldades dos professores em identificar temas apropriados para discussão.

Somado a isso, é necessária uma resignificação no entendimento do papel que o professor deve exercer dentro da sala de aula, porque ao decidir incorporar discussões e debates sobre QSC, que geralmente possuem uma natureza controversa, os professores assumem um papel de mediadores em detrimento da autoridade. Essas discussões requerem o envolvimento de todos numa atitude de respeito pelas opiniões diferentes, pois a discussão de QSC está associada a valores da democracia, do respeito e da tolerância (REIS, 2004; GUIMARÃES, 2011).

Segundo Hodson (2004), os professores procuram evitar o confronto entre os interesses políticos e os valores sociais inerentes da prática científica e tecnológica que ensinam e procuram fazer a prática educativa livre de valores. Acontece que, ao

fazerem isso, os professores acabam por praticar uma abordagem “isenta de valores” (na omissão destes) e isso contribui para que a preparação para a cidadania responsável aconteça em menor amplitude do que seria possível para a educação científica. É em sentido contrário ao exposto que as QSC buscam agregar valor à educação CTSA, pois de acordo com o autor supracitado, embora a educação CTSA se faça valer da história, filosofia e sociologia da ciência para promover uma visão do contexto sociocultural que influencia os constructos científicos e tecnológicos, isso não possibilita a politização dos alunos.

Hodson (2011) argumenta ainda que se quisermos promover mudanças de atitudes para reflexão sobre valores e ações sociopolíticas, será necessário que professores levem em conta as dimensões afetivas e sociais como estímulos para envolver o interesse dos alunos sobre a QSC.

Carnio (2012) traz uma contribuição bastante considerável no tocante ao ensino de ciências a partir de QSC. Em seu entendimento, a educação CTSA e as QSC permitem, aos licenciandos, a problematização da responsabilidade social e individual, contribuindo para o reconhecimento de questões éticas, políticas e pragmáticas do fazer pedagógico do professor bem como do seu papel como agente transformador da sociedade, permitindo ao professor uma maior autonomia do seu trabalho (MARTÍNEZ-PÉREZ, 2010, 2012)

Ademais, é claro que há limites e obstáculos no que se refere à formação docente e consequentemente à prática pedagógica dos professores, uma vez que estes estão muito habituados a seguirem os manuais didáticos sem muitos questionamentos. Dentre os principais limites e obstáculos, Pedrancini e Sierra (2016) apontam a racionalidade técnica nos modelos de formação e a racionalidade sistêmica nas escolas como pontos a serem superados quando se pensa na aplicabilidade das QSC na prática docente.

Além disso, é notória a relação intrínseca que há entre os problemas socioambientais atuais e a formação de professores de ciências, isso porque é esperado dos professores de ciências que estes ajudem a minimizar tais problemas. No entanto, Corado, El-Hani e Nunes-Neto (2013) nos chama a atenção para a ênfase que é dada nos cursos de formação para os conhecimentos de filogenética, ecologia, interações ecológicas e etc., ou seja, na dimensão conceitual do conteúdo como fonte para solução destes problemas e menor importância para as dimensões atitudinais e procedimentais. Para os autores, somente conhecimentos científicos não são

suficientes para alcançar uma formação de professores que possibilite transformações da realidade atual. Na seção a seguir, discutiremos, brevemente, sobre a questão da ética ambiental na formação docente de professores de Biologia.

1.3.1 Ética ambiental na formação de professores de ciências

Comumente, durante a formação dos professores de ciências, a ciência é significada como fonte de solução, sendo minimizada, quando não ausente, a reflexão da ciência e da tecnologia como causadora de grandes problemas socioambientais existentes (AULER; BAZZO, 2001; SANTOS; MORTIMER, 2001; VON LINSINGEN, 2007). Para Santos e Mortimer (2002, p. 2):

[...] a ciência e a tecnologia têm interferido no ambiente e suas aplicações têm sido objeto de muitos debates éticos, o que torna inconcebível a ideia de uma ciência pela ciência, sem consideração de seus efeitos e aplicações.

Esses questionamentos são evidenciados na perspectiva da educação CTSA e QSC. Compreender as diversas nuances que há na atividade científica-tecnológica é primordial na formação dos professores de ciências, principalmente no que tange à formação em ética ambiental, pois contribui para uma propagação de uma visão menos ingênua acerca da atividade científica e tecnológica, entendendo que esta é, sim, também, fruto de interesses pessoais e atente a um certo *lobby* de uma parcela da sociedade (GIL-PÉREZ et al., 2001).

Os problemas socioambientais – como perda e fragmentação de habitats, poluição, desmatamento, aquecimento global, entre outros – podem ser entendidos como danos à natureza de diferentes amplitudes, com amplas causas e soluções, sendo que algumas das suas implicações interferem diretamente na saúde e conseqüentemente na qualidade de vida dos seres humanos. Por essas razões, os problemas socioambientais se caracterizam como QSC que demandam a mobilização de conhecimentos científicos e de conhecimento ético sobre valores e raciocínio moral (RATCLIFFE; GRACE, 2003).

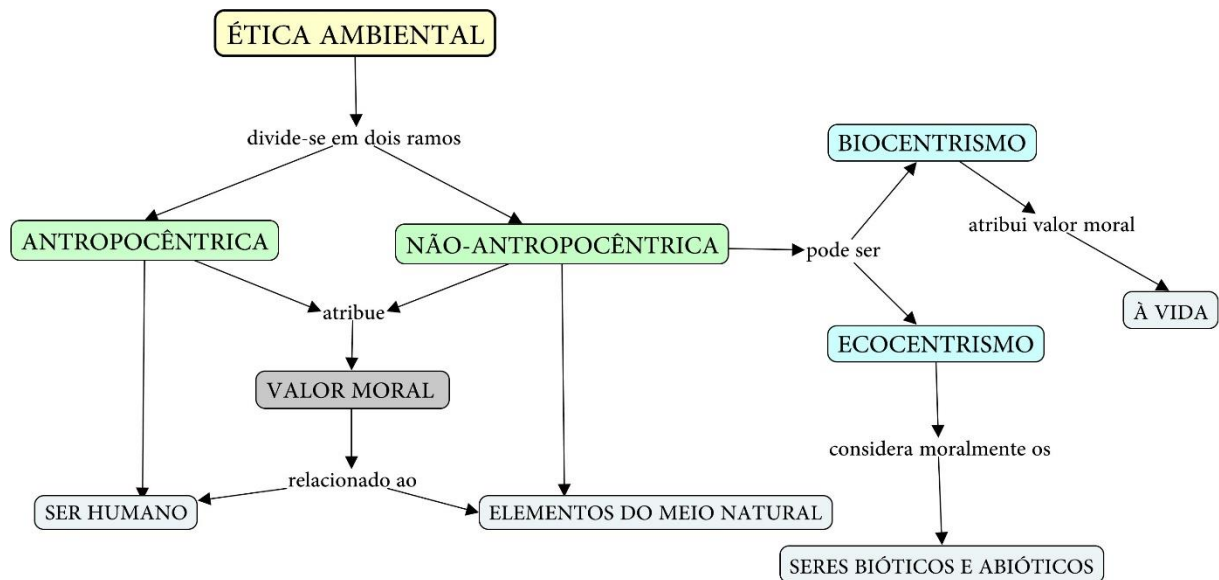
O ensino de ciências na perspectiva educacional CTSA associado as questões sociais se ocupa de discutir os problemas socioambientais a fim de contribuir para a formação de profissionais que possam agir e solucionar esses problemas de forma

comprometida com a sustentabilidade ambiental (CONRADO et al., 2016). Santos, J. (2017) aponta que a crise de valores éticos ambientais que vivemos é fruto da nossa percepção de mundo e de como nos relacionamos com o mesmo. Nós, seres humanos, enxergamos o meio ambiente como fonte para nosso bem-estar e não como nós fazendo parte do meio.

A percepção de que a natureza tem a função de ser fonte de bens e recursos ambientais para suprir as necessidades do homem acaba por influenciar a nossa participação na geração desses problemas socioambientais (SINGER, 2002). De acordo com Santos, J. (2017, p. 21), “a conscientização humana sobre valores e práticas sociais como causas da crise ambiental, portanto, é parte do argumento de defesa a favor de uma abordagem da ética ambiental no ensino de ciências”. Desse modo, a ética ambiental surge da necessidade de fundamentar filosoficamente os movimentos ambientalistas que surgiram nas décadas de 1960 e 1970, como por exemplo as denúncias realizadas por Rachel Carson sobre o uso do DDT (SANTOS, J., 2017; CORADO; EL-HANI; NUNES-NETO, 2013; VAZ; DELFINO, 2010; AULER; BAZZO, 2001).

A ética ambiental busca refletir sobre em que situações cabem juízo moral para as ações humanas de explorar, usar, dominar ou destruir a natureza. (SANTOS, J., 2017). Segundo Vaz e Delfino (2010), e com base na interpretação de diferentes autores, a ética ambiental pode ser dividida em dois ramos, conforme o mapa conceitual abaixo:

Figura 3: Mapa Conceitual sobre Ética Ambiental.



Fonte: elaborado pela autora.

Na perspectiva da ética ambiental antropocêntrica somente os seres humanos são dignos de valor. Desse modo, no antropocentrismo, os demais seres vivos e os não vivos (componentes abióticos da natureza) têm apenas valor instrumental, ou seja, o valor que a natureza possui por proporcionar a obtenção do bem-estar humano. Dessa forma, uma sociedade antropocêntrica sustenta valores morais com uma concepção moral instrumentalista e utilitarista da natureza. São características dessa sociedade o consumo desenfreado para a obtenção de lucros as custas de qualquer preço (VAZ; DELFINO, 2010; SOFFIATI, 2005).

Já nas perspectivas da ética ambiental não-antropocêntricas a natureza é considerada moralmente devido ao seu valor intrínseco³. Dentro dessa perspectiva, surgem o biocentrismo e o ecocentrismo. O primeiro considera moralmente tudo que tem vida, e isso inclui tanto humanos como não-humanos (SINGER, 2002), enquanto que o ecocentrismo é uma perspectiva ética mais holística, pois considera moralmente toda a coletividade natural, e isso inclui todos os organismos bióticos e os componentes abióticos (BECKERT, 2012).

A dicotomia existente na relação homem e natureza gera uma certa controvérsia que influencia, por exemplo, a tomada de decisão das pessoas. Vejamos um exemplo tomando como base o PARNASI: de um lado, esta unidade de

³ Entende-se aqui como valor intrínseco o sentido atribuído por Vaz e Delfino (2010), ou seja, o valor que uma determinada coisa tem devido à sua própria natureza.

conservação abriga uma grande riqueza e diversidade biológica, portanto, deve-se preservar e conservar a área do parque e, de outro lado, há comunidades locais que durante anos viveram no entorno do parque e se utilizaram dessas terras para plantar seus cultivos de subsistência. Através desse exemplo é possível posicionarmos tanto com uma ética antropocêntrica quanto com as duas vertentes da ética não-antropocêntrica.

É nesse sentido que a ética ambiental vem contribuir para o ensino de ciências e possibilitar aos professores em formação e, conseqüentemente, aos seus futuros alunos a capacidade de atribuir valor moral ao meio ambiente como um todo, sobretudo refletir sobre as suas decisões e as conseqüências das mesmas. Isso não significa que os docentes e os discentes devem adotar uma determinada postura de ética ambiental como a única e melhor, mas que sejam capazes de assumir alguma conduta ética de modo crítico ao longo de sua vida, nas diversas ocasiões que se faz necessário (CORADO; EL-HANI; NUNES-NETO, 2013). Isso contribui para a formação de cidadãos comprometidos com a sustentabilidade do planeta e ecojustiça social (HODSON, 2011).

Corado, El-Hani e Nunes-Neto (2013) trazem elementos de como poderíamos adotar maneiras de incluir discussões sobre a ética ambiental na formação de professores de Biologia, tanto de maneira implícita (por meio de discussões de QSC dentro de disciplinas que já existem no currículo de Biologia, por exemplo, Zoologia, Fisiologia Animal, Ecologia da conservação e etc.) como de maneira explícita (por meio de uma disciplina específica – Bioética – o que permitiria mais aprofundamento). Além disso, os autores apontam a utilização de QSC como meio de trabalhar questões sobre as teorias éticas no ensino de ciências, conceito de valor intrínseco e valor instrumental da natureza, refletir acerca de interesses por trás do desenvolvimento econômico que atende a uma certa racionalidade econômica dominante, dentre outros. Em outras palavras:

[...] cabe ressaltar que o posicionamento ético de uma pessoa está intimamente relacionado com sua formação pessoal. Por isso, uma formação explícita em ética ambiental, a partir da discussão sobre valores é relevante para que os cidadãos reconheçam valores que orientam suas práticas sociais e saibam se posicionar diante de questões complexas, como as de cunho sociocientífico (SANTOS, J., 2017, p. 26).

Para Grun (2012), a origem dos problemas socioambientais reside na crise de valores morais e éticos que a sociedade contemporânea tem vivenciado nos últimos anos, por meio de concepções do tipo exploratória da natureza, o que tem colaborado para que as pessoas anulem a ação antrópica do humano como principal fator de geração desses problemas socioambientais. Em suma, para Conrado, El-Hani e Nunes-Neto (2013) e Santos, J., (2017), incluir a ética ambiental na formação de professores de ciências é abrir caminho para ação sociopolítica devidamente fundamentada.

Diante disso, pensamos em uma intervenção que possibilite aos licenciandos perceber as potencialidades das QSC dentro da perspectiva educacional CTSA. Para tal, adotamos a QSC déficit de polinização por declínio de abelhas como meio de trabalhar a consideração moral dos professores em formação inicial em Ciências Biológicas. O intuito foi permitir que estes vivenciassem e suscitasse, pelas experiências proporcionadas pela intervenção, a mobilização de aspectos éticos, afetivos, sociais, culturais e políticos, ultrapassando o campo dos conhecimentos científicos e tecnológicos, característico da formação de professores e, conseqüentemente, do ensino de ciências nas salas de aulas. Mais detalhes sobre a intervenção serão abordados nos capítulos seguintes.

2 METODOLOGIA

A abordagem metodológica apresentada a seguir busca alcançar os objetivos e questões norteadoras dessa investigação, considerando os referenciais teóricos nos quais encontra-se respaldada esta dissertação. Enfatizamos que esse trabalho observou para dois aspectos distintos: (i) um que diz respeito a quais conhecimentos os estudantes de Biologia possuem sobre a QSC do déficit de polinização e como eles se posicionam frente a resolução de um caso que a aborda essa QSC; e (ii) um outro que diz respeito a como esses licenciandos se apropriam dessas experiências na formação docente dos mesmos.

Este capítulo contém informações acerca das características e pressupostos que orientam a escolha dos métodos de pesquisa, caracterização dos participantes, instrumentos, estratégias e análise dos dados e, descrição da intervenção e da sequência didática da mesma.

2. 1 Características da natureza do estudo

A natureza da pesquisa desenvolvida nesta dissertação é de cunho qualitativo, ou seja, a abordagem “não está moldada na mensuração, [...] com a coleta de dados constituída de maneira muito mais aberta” (FLICK, 2012, p. 23), com vistas a promover a interpretação e a compreensão do objeto investigado. Nessa modalidade de pesquisa, a interpretação das falas, dos escritos e das ações dos participantes são o foco principal do estudo, sendo seus aspectos essenciais, dentre outros: o ambiente natural como fonte direta de dados; maior preocupação com o processo do que como o produto; variedade de abordagens e métodos; e a reflexão do pesquisador a respeito de sua investigação, como parte do processo de produção de conhecimento (LÜDKE; ANDRÉ, 1986; BOGDAN; BIKLEN, 2010).

Desse modo, a escolha do caminho metodológico optado pela professora-pesquisadora de realizar uma intervenção na disciplina de Estágio Supervisionado em Ensino de Ciências I, teve como base a preocupação de investigar o objeto analisado dentro do seu ambiente natural, ou seja, a própria sala de aula da disciplina, sempre voltando o olhar para o processo de ensino-aprendizagem ocorrido durante as atividades da intervenção, além de buscar contemplar uma variedade de abordagens e métodos conforme detalharemos nas seções a seguir.

A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso de natureza descritiva-interpretativa. Para Coutinho (2016), uma das características desta modalidade de pesquisa consiste em apresentar os dados/significados extraídos pelo investigador aos participantes da pesquisa para que estes validem os mesmos. As principais características dessa modalidade de pesquisa são: (i) um caso particular; (ii) holístico; (iii) descritivo; (iv) heurístico e (v) indutivo. É particular porque somente essa turma 2016.2 teve essa experiência, pois discutir QSC do déficit de polinização não é tema da grade curricular do curso de Biologia e, além disso, a disciplina de Estágio na qual ocorreu a intervenção foi planejada em parceria da professora-pesquisadora e a professora titular; é holístico por permitir uma visão abrangente do processo e pode ser replicada em outros contextos similares do curso de Ciências Biológicas; é descritivo porque apresentamos detalhadamente uma análise do processo que ocorre na disciplina em questão; e é indutivo porque não controlamos os fatores que ocorreram esporadicamente ao longo da intervenção.

Diante disso, todos os resultados inerentes dessa investigação foram apresentados aos participantes da pesquisa, solicitando dos mesmos uma validação interna dos resultados. Além disso, os resultados foram validados e discutidos com o grupo de pesquisa do qual a professora-pesquisadora faz parte, constituindo, dessa forma, a validação externa.

2. 2 Caracterização dos participantes

A seleção dos participantes desta pesquisa obedeceu aos critérios: serem licenciandos do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Sergipe, *Campus* Professor Alberto Carvalho, localizado no município de Itabaiana/SE; estarem cursando a disciplina de Estágio Supervisionado em Ensino de Ciências I. Justifica-se essas escolhas pelo fato de a professora-pesquisadora ter interesse na formação dos licenciandos desse *campus*. É interessante ressaltar que este *campus* é conhecido como o *campus* das licenciaturas, pois dos 10 cursos existentes 7 são voltados para formação de professores. Em relação a ser em uma disciplina de estágio, o fato de ser nesta que os alunos se debruçam sobre o processo docente.

Seguindo a conduta ética para o desenvolvimento da pesquisa, dispomos de parcerias entre a professora-pesquisadora e departamento de Biociências através da professora titular da turma, e entre a professora-pesquisadora e os alunos do curso.

Essas parcerias foram firmadas por meio de termos. Pelo Termo de Anuência (Apêndice A), obtivemos o consentimento para a realização da pesquisa com os licenciandos dentro do espaço físico da UFS. Também foi possível que submetêssemos e obtivêssemos a aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFS (Anexo A). O Termo de Consentimento Livre Esclarecido – TCLE (Apêndice B) foi assinado pelos estudantes, efetivando, dessa forma, a segunda parceria. O TCLE permitiu a anuência dos participantes, ficando os mesmos cientes dos objetivos da pesquisa e permitindo a utilização de suas falas, textos e imagens para este estudo.

Colaboraram com a participação na pesquisa 18 licenciandos que estavam regularmente matriculados nas duas turmas da disciplina, sendo que a turma A tinha 3 alunos e a turma B, 15 alunos. Esses alunos receberam uma codificação com a finalidade de garantir o seu anonimato (sendo A abreviação do nome aluno + número correspondente ao nome do participante). Destacamos que, como todas as atividades foram realizadas coletivamente, a turma A permaneceu em trio e na turma B 3 grupos de 5 alunos foram formados, conforme o quadro a seguir:

Quadro 1: Descrição dos alunos participantes.

TURMA	CONFIGURAÇÃO DAS ATIVIDADES	ALUNOS
Turma A	Trio - Girassóis	A1
		A2
		A3
Turma B	Grupo 1 - Astromélias	A4
		A5
		A6
		A7
		A8
	Grupo 2 - Callas	A9
		A10
		A11
		A12
		A13
	Grupo 3 - Orquídeas	A14
		A15
		A16
		A17
		A18

Fonte: elaborado pela autora.

2. 3 Instrumentos, estratégias e análise de dados

No decorrer da investigação, dispomos de uma triangulação de dados, que consiste na combinação de vários métodos de abordagens que ajudam a melhor compreender a realidade investigada (COUTINHO, 2016). A estratégia escolhida para coletar os dados foi a intervenção realizada na disciplina de estágio, sendo os instrumentos selecionados para a produção dos dados os seguintes:

✓ **Atividade 1** – Evocação livre de ideias:

A atividade evocação livre de ideias (ELI), foi baseada nos estudos de representações sociais. Segundo Brabo e Gomes (2013), essa atividade pode ser utilizada para obter dados discursivos compartilhados entre membros de determinados grupos sociais. Os autores utilizaram essa técnica para entender as representações sociais que professores de ciências fazem sobre a Pedagogia e o pedagogo. Tomamos como base a pesquisa dos autores mencionada anteriormente e readaptamos para o nosso contexto de interesse.

Na atividade ELI (apêndice C) os alunos foram convidados a evocar de 5 a 10 palavras que vierem a mente ao ouvirem o termo “déficit de polinização” e em seguida construírem um texto corrido utilizando as palavras listadas anteriormente.

✓ **Atividade 2** – Estabelecer relações CTSA:

A atividade 2, consistiu em solicitar que os licenciandos estabelecessem as relações CTSA isoladamente, com o objetivo de compreender como os mesmos representam, por meio de diagramas, seus entendimentos sobre as inter-relações CTSA.

Esta atividade baseou-se no trabalho desenvolvido por Vázquez-Alonso e colaboradores (2008) que corresponde a questão 30111 do Questionário de Opiniões de Ciência, Tecnologia e Sociedade (QOCTS). Essa questão destaca as relações mútuas que podem existir nas inter-relações CTSA. Na investigação dos autores mencionados, eles utilizaram como método para estabelecer acordos nas questões a avaliação de 16 juízes peritos com variedade de formações profissionais para garantir a diversidade de pontos de vista com relação à temática exposta pelo questionário. O conjunto de respostas destes juízes determinou, de acordo com o grau de cada

resposta, quais os diagramas que se encaixavam nas categorias adequada e ingênua de concepções das inter-relações CTS.

- ✓ **Atividade 3** – Estudo de Caso – Questões norteadoras gerais (parte 1) e específicas (parte 2):

Seguindo as recomendações de Zeidler e colaboradores (2005), utilizamos o estudo de casos para discutir com os licenciandos a QSC do déficit de polinização por declínio de abelhas para trabalhar desenvolvimento moral e ético. Para Hodson (2018, p. 35), “estudos de casos bem escolhidos mostram aos estudantes que a inovação tecnológica é complexa, de grande alcance e não é totalmente previsível, às vezes trazendo benefícios ou custos inesperados”.

Ademais, também seguimos, em partes, a abordagem desenvolvida por Conrado e Nunes-Neto (2018) que consiste em um modelo de propostas de ensino baseado em três elementos, para serem utilizados para trabalhar QSC no contexto da educação CTSA em sala de aula. Os pesquisadores utilizam além do estudo de caso, questões norteadoras que propiciam a exploração e condução das discussões da QSC presente no caso. O caso escolhido foi adaptado do trabalho de Conrado (2017). Mais detalhes sobre essa atividade na seção 2.4.

- ✓ **Atividade 4** – Elaboração de Casos com base em QSC:

Partindo das considerações de Zeidler e colaboradores (2005) e Hodson (2018), solicitamos que os alunos construíssem casos abordando QSC de interesse dos grupos, como uma possibilidade de construção de materiais didáticos com essas perspectivas de ensino para serem usados em suas futuras práticas docentes.

Para essa atividade tomamos como referência o trabalho de Queiroz e Cabral (2016), que organizaram um livro com uma compilação de estudos de casos que foram elaborados por professores de ciências em formação continuada. As autoras destacam a importância de os professores serem, além de meros reprodutores de materiais didáticos, os produtores destes últimos.

Segundo Queiroz e Cabral (2016), casos são entendidos como narrativas sobre dilemas vivenciados por pessoas que necessitam tomar decisões a respeito de determinados assuntos. Para tanto, ao logo da intervenção discutimos sobre como elaborar bons casos, segundo Herreid (1998). Para o autor, uma boa narrativa ajuda aos professores gerarem entusiasmo nos alunos em sala de aula. Porém, Herreid

alerta que nem todas histórias são criadas iguais. Há umas que são melhores do que outras. Segundo o autor, um bom caso precisa:

- ✓ Narrar uma história;
- ✓ Despertar o interesse pela questão;
- ✓ Deve ser atual;
- ✓ Produzir empatia para com as personagens centrais;
- ✓ Incluir diálogos;
- ✓ Ser relevante ao leitor;
- ✓ Ter utilidade pedagógica;
- ✓ Provocar um conflito;
- ✓ Forçar uma decisão;
- ✓ Ter generalizações;
- ✓ Ser curto.

Somado a isso, Sá (2010), em suas investigações, aponta que os estudos de casos possibilitam a abordagem de problemas de distintas naturezas. A autora, em seu trabalho, classificou os estudos de casos em 3 tipos com base nos problemas que são apresentados aos estudantes, a saber: (i) caso estruturado – quando o problema a ser resolvido pelos estudantes está na narrativa do caso de maneira bem definida; (ii) caso mal estruturado – o problema a ser resolvido não está definido de maneira clara na narrativa do caso, ou seja, os alunos precisam primeiramente identificar o problema para posteriormente propor soluções para o mesmo; (iii) caso de múltiplos casos – nesse tipo de estudo não há um único e definido problema a ser solucionado pelos alunos. Nesse tipo de caso, os estudantes precisam identificar e resolver problemas derivados de um problema central e encontrar a solução mais viável, dentro das possíveis.

- ✓ Entrevistas com 22% dos participantes – um integrante de cada grupo.

As entrevistas foram realizadas em dias diferentes do curso. A professora-pesquisadora convidou um integrante de cada grupo para colaborar com a construção desse dado. O critério de escolha se deu por livre espontaneidade dos participantes e então agendamos com os mesmos um dia e horário flexível para cada entrevista.

Posteriormente, os áudios das entrevistas foram transcritos para análises. As perguntas do roteiro da entrevista foram:

- ✓ Se você tivesse que atribuir uma nota para a experiência com a intervenção, qual nota você daria? Fale sobre a experiência com a intervenção?
- ✓ Conte um pouco sobre como foi o processo de construção de casos com abordagem de QSC.
- ✓ Qual a sua opinião sobre a perspectiva CTSA com base em QSC para a educação em ciências? E com relação a essas perspectivas na sua formação, fale sobre possíveis perspectivas para sua futura prática docente.
- ✓ Você ver possibilidades de usar esses casos em suas futuras ações docentes? Se sente preparado para isso?

Desse modo, as atividades 1, 2 e 3 tiveram o intuito olhar para como os alunos agem e se posicionam sobre a QSC do déficit de polinização, enquanto que a atividade 4 e as entrevistas objetivaram olhar para como os licenciandos se apropriaram dessa experiência em suas formações docentes e como os mesmos enxergam as perspectivas de ensino discutidas como possibilidades e limites para a educação em ciências.

Cada uma dessas atividades consiste em alcançar um dos objetivos específicos traçados inicialmente na pesquisa, a saber conforme o quadro 2:

Quadro 2: Atividades e suas respectivas finalidades.

(Continua)

ATIVIDADE	OBJETIVO ESPECÍFICO
Evocação livre de ideias	Investigar os conhecimentos dos licenciandos sobre o déficit de polinização
Estabelecer relações CTSA Estudo de Caso – Questões norteadoras gerais (parte 1)	Mapear as relações estabelecidas pelos estudantes sobre os domínios CTSA isoladamente e especificamente do caso sobre a QSC (correspondente as Questões norteadoras gerais)

Estudo de Caso – Questões norteadoras específicas (parte 2):	Analisar o conhecimento e o posicionamento dos estudantes mobilizados na tomada de decisão sobre a QSC do déficit de polinização
Elaboração de Casos com base em QSC Entrevistas	Analisar os casos construídos pelos licenciandos e como essa experiência, por meio da intervenção, refletiu na formação dos mesmos, bem como analisar as concepções dos participantes a respeito da educação CTSA, o uso de QSC e o estudo de casos como abordagens para a educação em ciências

Fonte: elaborado pela autora.

Para a análise dos dados e categorização recorreremos a adaptações da análise do conteúdo de acordo com Bardin (2006), que consistiu nas etapas de unitarização, separação dos textos em unidades de significado; categorização, que consiste em reunir os elementos semelhantes em categorias; e interpretação da análise dos dados. Recorreremos também aos elementos propostos por Herreid (1998) para construção de casos como parâmetro de análise dos casos elaborados pelos discentes.

2. 4 Descrição da intervenção

Para a realização da coleta de dados, desenvolvemos uma intervenção dentro da disciplina de Estágio Supervisionado em Ensino de Ciências I junto a professora titular da turma. Os encontros aconteceram semanalmente com a duração de 2 horas/aula para cada turma, com início em novembro de 2018 e término em dezembro do mesmo ano, totalizando 5 encontros com uma carga horária de 10hs para cada turma.

A intervenção envolveu a implementação de uma Sequência Didática⁴ (SD) que contemplou um estudo de caso sobre uma QSC do déficit de polinização, a discussão de aportes teóricos-metodológicos sobre educação CTSA, educação com base em

⁴ O termo é empregado aqui filiando-se ao conceito de Sequência Didática proposto por Zabala (1998, p.18) que se refere a um conjunto de atividades ordenadas, planejadas, estruturadas e articuladas com a finalidade de alcançar a certos objetivos de ensino e aprendizagem que são de conhecimento dos alunos e do professor.

QSC, estudos de casos e a elaboração de casos sobre QSC de livre escolha dos grupos. No quadro 3 podemos observar a descrição de cada aula (encontro) da SD.

Quadro 3: Descrição das atividades ocorridas em cada encontro.

ROTEIRO DE INTERVENÇÃO	
Encontro (dia)	Descrição das Atividades
1º (23/11)	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação da proposta de intervenção e dos participantes (alunos e professora-pesquisadora); - Apresentação e assinatura do TCLE; - Explanação sobre estudo de casos no ensino de ciências e como elaborar bons casos com base em Herreid (1998); - Atividade 1: evocação Livre de ideias; - Atividade 2: estabelecer relações CTSA.
2º (30/11)	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação das relações CTSA; <p>Estudo do Caso sobre o tema da QSC déficit de polinização:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Atividade 3 – parte 1: mapeamento de relações CTSA sobre o tema através das respostas às questões norteadoras gerais. - Acompanhamento sobre a elaboração dos casos.
3º (07/12)	<p>Estudo do Caso sobre o tema da QSC:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Atividade 3 – parte 2: respostas as questões norteadoras específicas e em seguida apresentações e discussões das resoluções do caso dos grupos (tomada de decisão); - Acompanhamento sobre a elaboração dos casos.
4º (14/12)	<ul style="list-style-type: none"> - Discussão dos aportes teóricos-metodológicos da educação CTSA com base em QSC.
5º (21/12)	<ul style="list-style-type: none"> - Retomada da atividade 3 por meio da discussão das relações CTSA presente no caso, com a finalidade de suprir alguma lacuna que possa ter ficado nas respostas fornecidas pelos grupos; - Atividade 4: entrega e apresentação dos casos elaborados pelos grupos e fechamento.

Fonte: elaborado pela autora.

Inicialmente, a professora da disciplina advertiu os alunos que a aula seguinte seria sobre o tema: abelhas e agrotóxicos e solicitou que os estudantes levassem

materiais sobre o assunto. No primeiro encontro, explicamos a abordagem e após a breve explanação sobre estudo de casos no ensino de ciências e como elaborar bons casos, fizemos a atividade ELI para identificar os conhecimentos prévios dos licenciandos sobre polinização e declínio de abelhas, para alcançar o objetivo específico 1. Em seguida, realizaremos a atividade 2 de estabelecer relações CTSA isoladamente cuja a finalidade foi alcançar o objetivo específico 2.

No segundo encontro, apresentamos um caso com a QSC sobre "déficit de polinização por declínio de abelhas". Para conduzir o estudo do caso, solicitamos que os alunos respondessem às questões norteadoras gerais para mapeamos e discutimos as relações entre os domínios CTSA da QSC em questão (como complementação da atividade 2 para também alcançar o objetivo específico 2). Posteriormente, convidamos os licenciandos a responder as questões norteadoras específicas para analisarmos que conhecimentos e posicionamentos são mobilizados na discussão e na resolução do caso para trabalhar consideração moral (cujo a finalidade é alcançar o objetivo 3), conforme pode ser visto no quadro 4 abaixo.

Quadro 4: Caso e questões norteadoras sobre déficit de polinização por declínio de abelhas.

Caso: Sumiço das abelhas

Imagine que seu tio é um apicultor e tem enfrentado problemas em relação ao seu vizinho que cultiva maçãs e usa um agrotóxico neonicotinóide. Seu tio lhe diz:

___ Raimundo, minhas abelhas estão morrendo envenenadas! Meu vizinho diz que está usando o agrotóxico seguindo as instruções e que o SINDIVEG (Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal) afirma que não há estudos conclusivos sobre a influência dos agrotóxicos na saúde das abelhas. O que você sabe sobre isso?

Raimundo, sabendo que as abelhas contribuem com o aumento da produtividade de mais 70% dos cultivos agrícolas, decide fazer uma investigação:

___ Eu e meus colegas vamos ver o que podemos fazer para lhe ajudar.

Seu tio responde:

___ Muito obrigado! Fico preocupado, pois os insetos e as flores estão trabalhando juntos há milhares de anos e não é certo interferir com tanto veneno.

Apresente uma tomada de decisão para ajudar o tio a dialogar com o vizinho, considerando seus conhecimentos sobre polinização, abelhas e agrotóxicos.

Questões norteadoras gerais:

- ✓ Que conhecimentos científicos são relevantes para compreender e agir sobre esse caso?
- ✓ Que técnicas e tecnologias são relevantes para compreender e agir sobre esse caso?
- ✓ Quais os impactos sociais do uso de agrotóxicos?
- ✓ Quais os impactos ambientais relacionados ao uso de agrotóxicos?

Questões norteadoras específicas:

- ✓ Quais os principais motivos para ações de preservação ou conservação das abelhas? Que valores sustentam essas ações?
- ✓ Coloque em ordem de importância para você: garantir a safra das maçãs do vizinho; garantir a colheita e a venda do mel de seu tio; garantir a sobrevivência das abelhas. Justifique a importância de cada um desses itens.

Fonte: modificado de Conrado (2017).

Nos encontros subsequentes, solicitamos que os estudantes apresentassem justificativas para a tomada de decisão a partir de um argumento com base em seus conhecimentos sobre essas relações CTSA, posteriormente discutimos aspectos teóricos-metodológicos sobre educação CTSA baseada em QSC, como também retomamos a discussão sobre as relações CTSA a fim de suprir as lacunas que existiram no mapeamento realizado pelos alunos. Por fim, os alunos apresentaram os casos construídos em grupo para trabalhar QSC escolhidas pelos mesmos na educação de ciências.

3 RESULTADOS

Este capítulo reserva-se à apresentação da análise dos dados frutos do referido projeto de pesquisa. Apresentamos e discutimos a seguir, por seção, os resultados correspondentes a cada uma das atividades realizadas ao longo da intervenção.

Primeiramente retomamos ao objetivo geral dessa investigação que consiste em investigar os posicionamentos e conhecimentos mobilizados por estudantes de Biologia na resolução de uma QSC sobre déficit de polinização, assim como as concepções desses estudantes sobre a educação CTSA e o uso de estudo de casos por meio de QSC na educação em ciências.

3.1 Conhecimentos dos licenciandos sobre o déficit de polinização

Na primeira etapa da análise da atividade 1 (ELI) contabilizamos quantas palavras foram evocadas por cada grupo: o grupo 1 e 2 conseguiram elencar as dez palavras enquanto que o grupo 3 e o trio elencaram sete. Reunimos as palavras iguais e com o sentido próximo que foram evocadas pelas equipes e esse processo resultou no seguinte conjunto de dados:

Tabela 1: Frequência de ocorrência das palavras evocadas pelos alunos.

(Continua)

Palavra	Frequência	Grupo
Abelha	4	G1, G2, G3, T
Agrotóxicos	2	G1, G3
Alimentos	1	G2
Ambiental	1	G3
Biodiversidade	2	G1, G2
Crise econômica	1	G1
Deficiência/queda	3	G1, G3, T
Desenvolvimento	1	G2
Falta de alimento/fome	2	G1, G2
Flor	3	G1, G2, T
Maracujá	1	T

Mel	1	G2
Nim	1	G3
Perda, prejuízo, diminuição, ausência	4	G1, G2, G3, T
Planta	1	G1
Pólen	3	G1, G2, T
Probóscide	1	G3
Reprodução, dispersão	2	G2, T

Fonte: elaborado pela autora.

É possível perceber que, em suma, os alunos apresentaram palavras que têm bastante proximidade com a QSC, contudo sabemos que essa constatação não pode ser, ainda, considerada uma análise propriamente dita. Posteriormente, na segunda etapa da ELI é que de fato permite análise mais criteriosa.

Por exemplo, o grupo 1 conseguiu utilizar as dez palavras que elencaram no item anterior, como pode ser visto na escrita dos alunos:

*“As **abelhas** realizam a polinização e são importantes para a manutenção da **biodiversidade**. A **deficiência** quantitativa ou qualitativa na polinização reduz o sucesso reprodutivo das **plantas**, impactando diretamente na produção de **alimentos**, sendo o uso inadequado de **agrotóxicos** um dos responsáveis pela **perda econômica** aos produtores, pois o **pólen** da **flor** não está sendo dispersado pelos polinizadores, inviabilizando assim a fecundação da planta”.*

Nos chamou atenção que os alunos mencionaram os agrotóxicos como um dos principais responsáveis pela perda econômica aos produtores, que é uma das fundamentais consequências do declínio no número de polinizadores atualmente, estando em total consonância com a literatura. Para Lima e Rocha (2012), o uso indiscriminado de agrotóxicos é um fator de extrema urgência que tem corroborado para a redução no número de espécies de abelhas mundialmente, além da perda ou fragmentação de habitats (ABROL et al., 2015). Os licenciandos também comentam, de maneira indireta, sobre a polinização cruzada quando mencionam que o “**pólen** da

flor não está sendo dispersado pelos polinizadores, inviabilizando assim a fecundação da planta” o que pouco contribui para a variabilidade genética que corrobora para manutenção da biodiversidade que eles mencionam no início do texto.

O grupo 2 escreveu:

*“O déficit de polinização está relacionado a **diminuição** de **abelhas** e outros insetos, conseqüentemente a dispersão do **pólen** e **reprodução** (troca de material genético nas **flores**, dessa forma a formação de frutos será inviável para a comercialização afetando não só a economia, mas também a perpetuação das espécies polinizadas por esses insetos, dessa forma a **biodiversidade** seria prejudicada. Além de matérias primas de polinizadores como o **mel** que também é comercializado como **alimento** ou utilizado na cosmética. A falta desses recursos pode levar a crise em alguns produtores, causando a longo prazo a **fome** e atrapalhando o **desenvolvimento** econômico e ambiental”.*

Esse grupo menciona que a formação do fruto depende da polinização, como aponta Freitas e Silva (2015, p. 10), “A polinização é essencial para a produção de sementes e frutos, exceto nos poucos casos em que esses são gerados sem que ocorra a polinização”. Além disso também comentam que a manutenção da biodiversidade depende da polinização tanto das abelhas como de outros insetos. Para Freitas e Silva (2015), o serviço realizado pelas abelhas e demais polinizadores é essencial para a manutenção e diversidade de espécies de plantas além de fornecer alimentos para humanos e animais, como comentaram o grupo. Para reafirmar o que os autores mencionam, os alunos exemplificaram por meio do mel, além de mencionarem a fome como consequência do déficit de polinização, que atrapalha não só o desenvolvimento econômico e ambiental que os alunos mencionaram, mas também o desenvolvimento social.

No texto do grupo 3, os estudantes deixaram de utilizar apenas uma palavra evocada (deficiência). Os mesmos trouxeram ao texto o exemplo das espécies exóticas invasoras como apoio para a escrita, conforme pode ser visto abaixo:

*“Sabemos que espécies exóticas invasoras impede que espécies nativas se estabeleçam naquele local, podendo desencadear **prejuízos**, afetando tanto o reino plantae como animali. O **Nim** é uma espécie exótica invasora que pode ser utilizada como **agrotóxico**. **Abelhas** procuram o **pólen**, e se deparando com essa espécie pode haver um dano na Probóscide do animal ou ocasionar sua morte, é de conhecimento que abelhas tem grande valor **ambiental** quanto comercial e afetando-as de maneira negativa pode acarretar esses prejuízos ambientais ou comerciais”.*

O que demonstra que o grupo ainda aparenta ter desconhecimento sobre a relação das abelhas com a toxidade do Nim (*Azadirachta indica*), pois os estudos (MOSSIN; KEMMELMEIER, 2005; CINTRA; MALASPINA; BUENO, 2005) apontam que o Nim não apresenta toxidade às abelhas através de sua ação inseticida. Esse certo desconhecimento sobre a relação entre as abelhas e a espécie do Nim tem aproximação, em tese, com a falta de habilidade que os licenciandos têm para averiguar as informações, como é mencionado pelos autores que trabalham com QSC (RATCLIFFE; GRACE, 2003; ZEIDLER et al., 2005; ZEIDLER; NILCHOLS, 2009), sendo um dos objetivos a serem alcançados nessa perspectiva de ensino.

Todas as palavras citadas pelo trio foram utilizadas no texto dos mesmos:

*“A **abelha** é um dos mais conhecidos entre os meios de polinização, como por exemplo a polinização do **maracujá**. Esse processo se dá através da troca de **pólen** entre as **flores** de plantas. Também pode haver **dispersão** por outros meios como o vento. Além disso, pode também haver a **ausência** da polinização, em alguns casos provocando uma **queda** no número de espécies”.*

Os alunos exemplificam através da polinização da flor do maracujá que as abelhas são os principais polinizadores do mundo, pois a nutrição das abelhas depende exclusivamente do pólen e do néctar que as mesmas obtêm ao realizarem a polinização (FREITAS; SILVA, 2015). Segundo Lima e Rocha (2012, p. 17), “Estima-

se que 40% dos polinizadores existentes sejam abelhas, perfazendo um total de 40.000 espécies diferentes”.

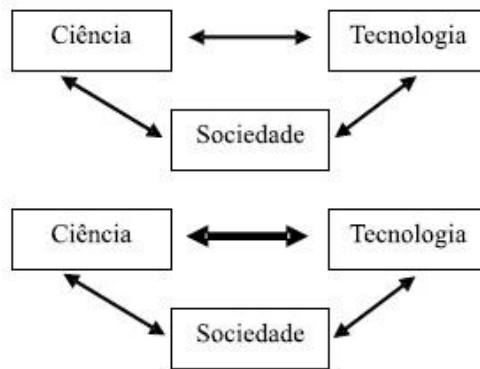
Desse modo, a partir das análises dessa atividade podemos inferir que os alunos demonstraram possuir um certo conhecimento prévio a respeito do tema da QSC em questão. Embora, notamos que os licenciandos utilizaram uma certa predominância de conhecimentos científicos. Chang Rundgren e colaboradores (2010) verificaram fato semelhante. Em seu trabalho, os autores também perceberam a ênfase no domínio da ciência, ou seja, do conhecimento científico na discussão de QSC pelos alunos.

3.2 Relações estabelecidas pelos licenciandos sobre os domínios CTSA

A partir do trabalho de Vázquez-Alonso e colaboradores (2008), montamos o instrumento de coleta de dados (Apêndice D). O intuito foi analisar se os alunos tinham compreensões adequadas ou inadequadas a partir dos diagramas e explicações propostos pelo referencial. Foi solicitado que os alunos esquematizassem um diagrama que representassem as suas concepções sobre as relações entre os domínios CTSA, descrevendo seus pontos de vista em registros escritos.

Como parâmetro de análise tomamos como base os resultados das análises dos peritos da pesquisa de Vázquez-Alonso e colaboradores (2008), que mostraram o consenso de considerar adequados dois diagramas (Figura 4), que apresentam características em comum, por permitirem uma relação mútua entre a tríade C-T-S, influenciando a visão de que as inter-relações ocorrem em múltiplos sentidos. A diferença entre os dois diagramas consiste somente na maior intensidade dada à ciência e à tecnologia por meio das setas.

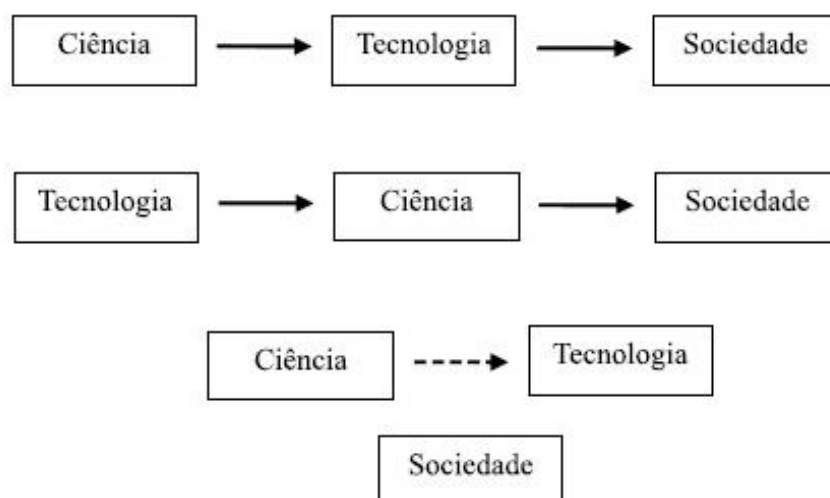
Figura 4: Diagramas “Adequados” das relações CTS do item 30111.



Fonte: Vázquez-Alonso et al., 2008.

Os diagramas considerados inadequados/ingênuos foram aqueles representados por modelos lineares como demonstra a figura 5. O primeiro, relaciona a ciência como sendo de maior importância, pois influencia linearmente a tecnologia, e esta influencia a sociedade. O segundo diagrama dá maior ênfase à tecnologia, que influencia a ciência e, por fim, a sociedade. Em ambos, a sociedade não sofre influência direta da ciência e nem da tecnologia, respectivamente. O último, a ciência influencia a tecnologia com menor intensidade, porém, não há nenhuma influência dos dois domínios na sociedade.

Figura 5: Diagramas “Inadequados/ingênuos” das relações CTS do item 30111.

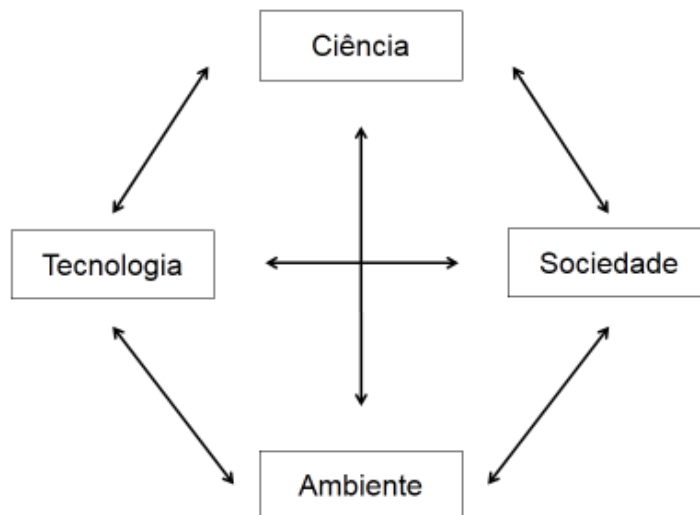


Fonte: Vázquez-Alonso et al., 2008.

Contudo, fizemos uma pequena adaptação, pois os autores não inserem em suas investigações a explicitude da dimensão do domínio ambiental. Desse modo,

construímos um diagrama incluindo esta dimensão. O intuito foi ter como base um diagrama que representasse uma concepção adequada que contemplasse todos os domínios C-T-S-A conforme a figura 6.

Figura 6: Diagrama “adequado” das relações CTSA.



Fonte: elaborado pela autora.

Os diagramas propostos pelos licenciandos serão avaliados de acordo com os diagramas e as categorias propostas por Vázquez-Alonso e colaboradores (2008).

Nenhum grupo apresentou um diagrama igual aos diagramas das figuras 4, 5 e 6. Porém, os grupos 1, 2 e 3 se aproximaram dos diagramas que representam as concepções adequadas (figura 6), enquanto que os três alunos que compõe o trio apresentaram um esquema que mais se associava a concepção ingênua (conforme a Figura 5). Portanto, emergiu a categoria plausível que consiste em classificar os diagramas que se aproximaram da categoria adequada proposta pelos autores (VÁZQUEZ-ALONSO et al., 2008).

Por meio do quadro 5, podemos observar a classificação categorial que resultou da análise dos diagramas elaborados pelos alunos.

Quadro 5: Organização categorial dos diagramas elaborados pelos licenciandos.

Grupo	Categoria
Trio	Ingênua

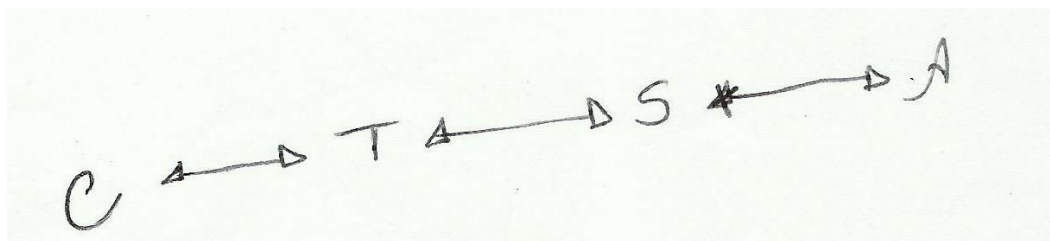
G1	Plausível
G2	Plausível
G3	Plausível

Fonte: elaborado pela autora.

O trio estabelece uma organização linear dos domínios C-T-S-A (figura 7), o que contribuiu para classificar os três alunos na categoria ingênua. No comentário, os três licenciandos entendem que “*Ciência e tecnologia estão intimamente ligados, uma vez que, a ciência produz tecnologia que acaba beneficiando a ciência*”. Essa concepção é chamada atenção por Santos e Mortimer (2002). Os autores apontam que atualmente a sociedade compreende a tecnologia estando diretamente associada a ciência.

Segundo os dois pesquisadores isso tem levado a uma confusão comum que é reduzir a tecnologia a dimensão aplicada da ciência. Gil-Pérez e colaboradores (2001) alertam para a necessidade de se refletir no ensino de ciências, dentre outras coisas, sobre o surgimento histórico tanto da ciência como da tecnologia para compreender que a atividade tecnológica precedeu a atividade científica e portanto deve-se superar essa visão simplista de que a tecnologia é uma mera aplicação do conhecimento científico.

Figura 7: Diagrama das relações CTSA do trio.



Fonte: arquivo nosso.

E o trio segue complementando a explicação do diagrama escrevendo que: “... a tecnologia traz benefícios para a sociedade com a sua necessidade”, parecendo-nos que é a sociedade que dita suas necessidades quando na verdade o que acontece é o contrário, ou seja, é as necessidades de funcionamento dos sistemas que criam “as falsas necessidades” de consumo (SANTOS; MORTIMER, 2002), então não é a sociedade que, através de suas necessidades humanas, define as necessidades de

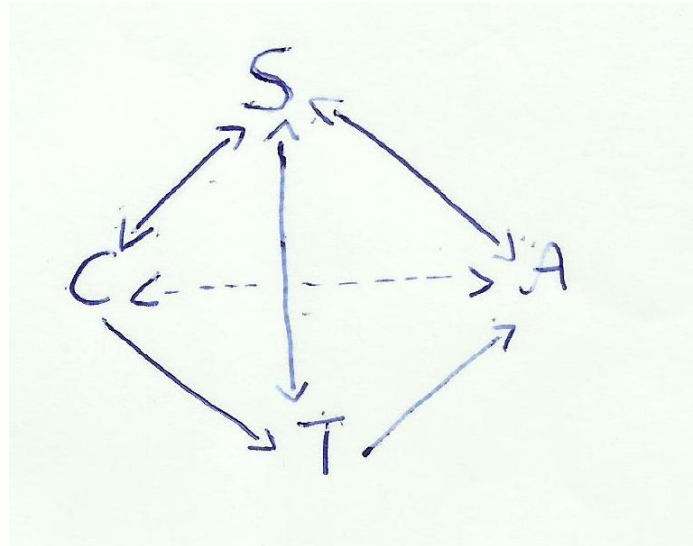
produção. Somado a isso, nos parece que os alunos apresentam o mito da perspectiva salvacionista da C&T.

Para Auler e Delizoicov (2001), o mito da perspectiva salvacionista da C&T está relacionado à concepção tradicional/linear do progresso, para qual o desenvolvimento científico gera desenvolvimento tecnológico que, por sua vez, gera desenvolvimento econômico, o qual determina, por seu turno, o desenvolvimento e o bem-estar social, passando uma concepção de que o desenvolvimento de mais e mais C&T solucionaria os problemas da humanidade em algum momento do presente e do futuro.

Com relação ao ambiente, os estudantes entendem que somente a sociedade “...depende do meio ambiente em todos os aspectos”, evidenciando uma concepção simplista do ambiente, restringindo este apenas ao meio ambiente natural e seus recursos e, não ambiente como um todo (VAZ; DELFINO, 2010).

No diagrama do grupo 1 (figura 8), é possível perceber que os alunos possuem uma concepção das inter-relações CTSA plausível, uma vez que para os estudantes todos os domínios C-T-S-A influenciam um ao outro. Porém, no esquema há discordância dos alunos no que diz respeito a relação de C-A, C-T e T-A. Somente a ciência influencia a tecnologia e, esta última influencia o ambiente, pois os alunos utilizaram uma seta unidirecional nesse sentido, indicando que o contrário não ocorre. No diz respeito a relação da ciência com o ambiente, o grupo desenhou uma seta pontilhada de dupla direção para estabelecer que a ciência influencia o ambiente e vice-versa, mas essa influência é fraca. Então, os licenciandos apresentaram concepções acerca das influências da S-C e S-T e vice-versa adequadas conforme Vázquez-Alonso e colaboradores (2008).

Figura 8: Diagrama das relações CTSA do grupo 1.



Fonte: arquivo nosso.

No comentário dos licenciandos, eles escreveram que “A sociedade tem influência em todos os quesitos, dessa forma, a sociedade influencia nos avanços da ciência, onde da mesma forma a ciência influencia o pensamento da sociedade, onde a junção de S+C influencia nas novas tecnologias, onde as mesmas têm influência positivas e negativas no ambiente”. Para os alunos, a ciência é uma empresa humana, apresentando uma concepção em total consonância com o que Vázquez-Alonso e colaboradores (2008, p. 35) que apontam:

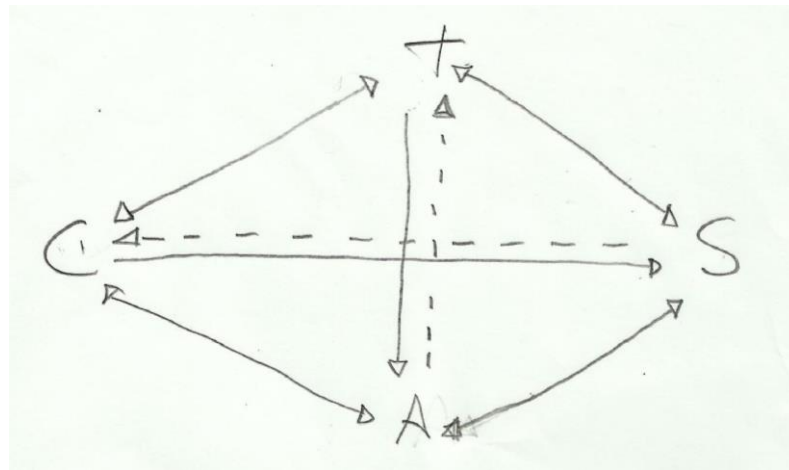
[...] a visão neutra da ciência e o excesso de zelo objetivista dos enfoques positivista tentaram ocultar os aspectos sociais presentes na história da ciência, a sociologia da ciência encarregou-se de lança-los à luz com contundência, de tal forma que hoje ninguém dúvida da influência mútua entre a sociedade e o sistema tecnocientífico.

Autores como Aikenhead (1994), citado por Vázquez-Alonso e colaboradores (2008), afirmam que a sociedade mantém com a C&T um contrato social, que implica a sociedade financiar economicamente as necessidades da C&T e estas últimas, em troca, oferecer à sociedade benefícios que melhorem a qualidade de vida e contribuam ao seu progresso e desenvolvimento econômico e social, embora muitas das vezes essa equação não ocorra dessa forma, ou seja, há situações em que a C&T oferece à sociedade malefícios como, por exemplo, as bombas nucleares.

No grupo 2, as divergências que os classificam como uma concepção plausível está no entendimento da relação ente T-A e C-S, conforme a figura 9. Para os alunos, as relações entre ambos domínios não são iguais, uma vez que eles utilizaram setas

diferentes para entalecer as relações entre os domínios em questão. No tocante a relação entre T-A ambos se influenciam, mas essa influência no sentido tecnologia ambiente é forte e no contrário, fraca. No que concerne à relação da influência da C-S é forte no entendimento dos alunos e a relação S-C é fraca, pois os mesmos usaram setas de uma única direção contínuas e pontilhadas respectivamente.

Figura 9: Diagrama das relações CTSA do grupo 2.



Fonte: arquivo nosso.

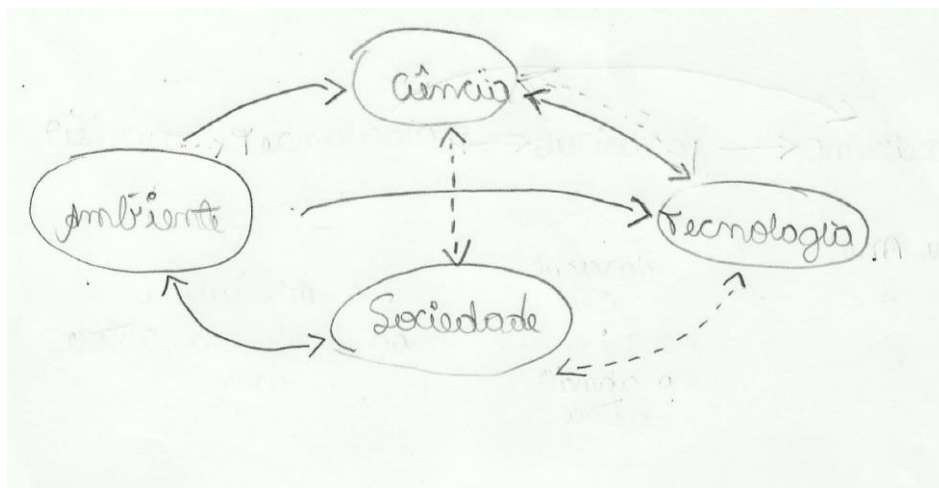
No comentário do grupo, o mesmo registrou: *“Todos possuem uma influência sobre a outra, porém, a ciência exerce uma maior influência sobre a tecnologia que está sobre ela...”*, indicando uma certa contradição, pois o diagrama não condiz com o que os alunos explicam em seu comentário, de acordo com a seta utilizada. E complementam escrevendo que *“[...] a ciência exerce uma maior influência sobre a sociedade que a própria sobre a ciência”*.

No que se refere às aproximações ou distanciamentos das concepções do grupo com os referenciais teóricos, temos um distanciamento no que diz respeito a ser uma concepção ingênua acreditar que a sociedade pouco influencia a ciência, pois no sistema tecnocientífico a sociedade exerce muita influência por meio de diversas instituições tais como o governo, o exército, a indústria, a economia, as instituições educacionais e culturais (VÁZQUEZ-ALONSO et al., 2008).

Para o grupo 3, *“A ciência e a tecnologia estão relacionados, um necessitando do outro já a tecnologia e sociedade não têm tanta relação pela falta de acesso...”*, como pode ser visto na figura 10, porém, tal concepção não condiz com a realidade, pois a sociedade é o tempo todo influenciada pela tecnologia. Segundo Vázquez-

Alonso e colaboradores (2008), uma concepção adequada da relação entre T-S é aquela que compreende que uma sociedade muda ao aceitar uma nova tecnologia. Além disso, a todo instante a sociedade tem acesso a uma nova tecnologia como, por exemplo, os inúmeros modelos de TVs e smartphones que chegam ao mercado e conduzem a um padrão de consumismo desenfreado.

Figura 10: Diagrama das relações CTSA do grupo 3.



Fonte: arquivo nosso.

No que diz respeito a relação entre a ciência com a sociedade, os alunos utilizaram uma seta de dupla direção indicando que ambos influenciam um ao outro, mas a seta utilizada foi a pontilhada, que quer dizer que essa ligação é fraca. De acordo com a explicação dos licenciandos, “[...] a ciência tem uma fraca relação com a sociedade; devido à falta de acreditar no que a ciência diz”. Com relação a isso, em partes, realmente, há um certo ceticismo da sociedade para com a ciência e podemos perceber isso, por exemplo, pelo fato de algumas pessoas nos dias atuais ainda não acreditarem na relação que há entre o câncer e o consumo de agrotóxicos pela da alimentação.

Além disso, há o que Auler e Delizoicov (2001) classificam como o mito da superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, que se baseia na concepção de que uma das maneiras mais eficientes de terminar uma discussão consiste em dizer que algo está cientificamente comprovado, porque há a crença cega de que a ciência é a detentora do conhecimento universal, o que implica uma visão rígida, infalível, acabada e dogmática que caracterizam-se como visões deformadas da ciência e tecnologia (CACHAPUZ et al., 2008).

No entender dos licenciandos as relações entre a “[...] *sociedade e o ambiente* estão interligados, porém, a sociedade necessita mais do ambiente”. Isso corrobora o que Santos J. (2017) aponta, isto é, os problemas socioambientais estão relacionados aos humanos apenas enxergarem o ambiente como fonte de recursos e bens para a humanidade. No tocante a relação entre o ambiente, a tecnologia e a ciência, os alunos entendem que o “[...] *ambiente influencia mais a ciência e a tecnologia*” do que o contrário, colaborando ainda mais para uma concepção antropocêntrica (VAZ; DELFINO, 2010).

Diante desses resultados, entendemos que os alunos estão num processo transitório de aproximação para uma compreensão adequada das inter-relações CTSA, pois todos os grupos, exceto o trio, esquematizaram em seus diagramas algumas inter-relações entre os domínios. Algumas estão em desacordo com a literatura, explicitando a necessidade de se discutir cada vez mais e com maior ênfase as inter-relações CTSA nos cursos de formação de professores, inclusive nas aulas de ciências na educação básica.

3.3 Conhecimentos e posicionamentos dos estudantes mobilizados na resolução da QSC

Para esse momento da pesquisa realizamos um estudo de caso sobre uma QSC a despeito do “déficit de polinização por declínio de abelhas”, dividido em dois momentos: parte 1 – que corresponde as questões norteadoras gerais; e parte 2 – correspondente as questões norteadoras específicas. Cada parte dessas atividades consistiu em alcançar diferentes objetivos específicos a saber: (i) parte 1 – mapear as relações estabelecidas pelos estudantes sobre os domínios CTSA especificamente do caso sobre a QSC em questão; e (ii) parte 2 – analisar o posicionamento e conhecimentos dos licenciandos mobilizados na resolução da QSC.

3.3.1 Respostas às questões norteadoras gerais do caso

Na parte 1 da atividade 3 (Apêndice E), convidamos os alunos a responderem quatro perguntas, sendo que cada uma delas se relacionava, respectivamente, a um domínio dos elementos C-T-S-A. As questões foram:

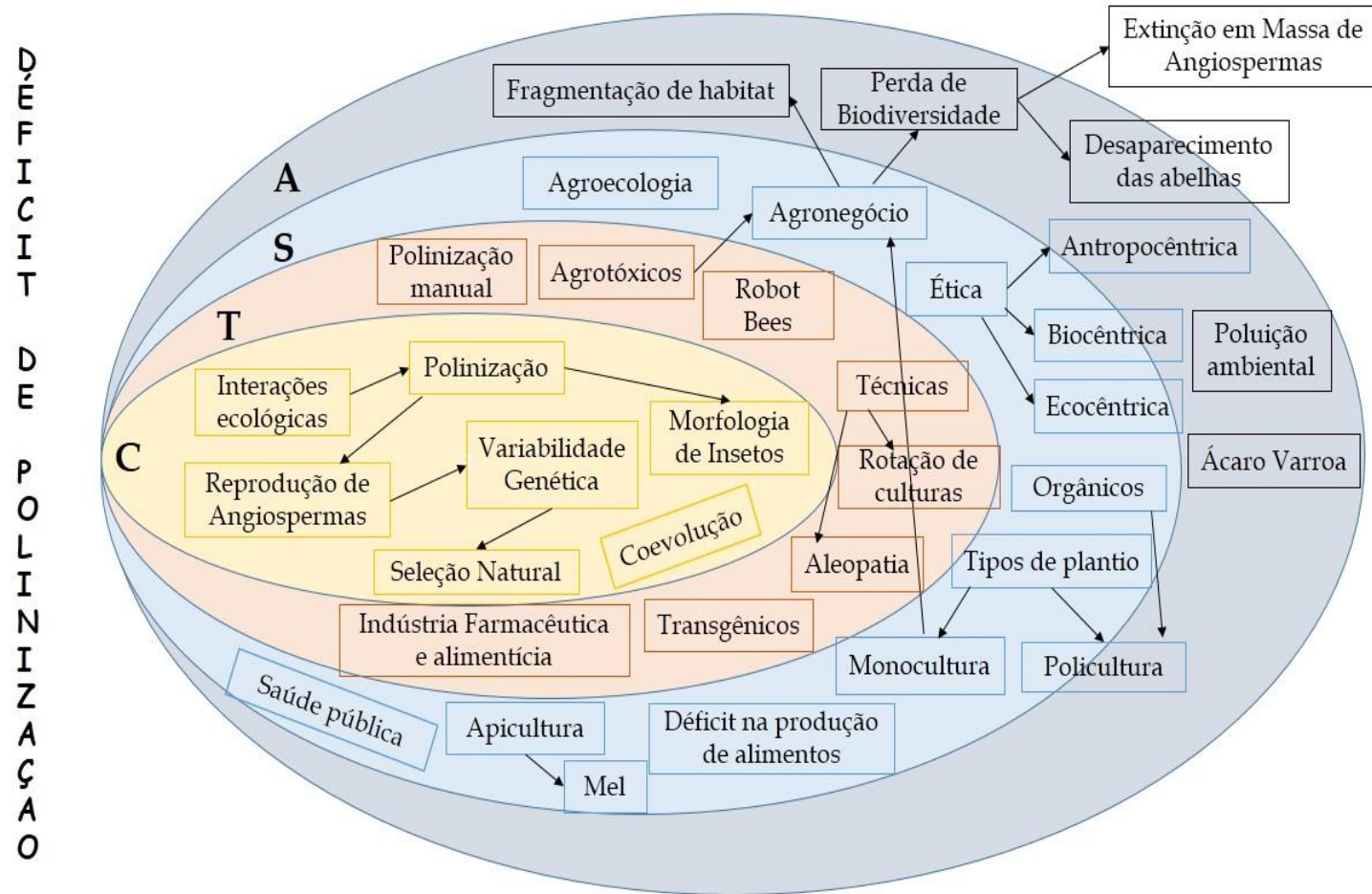
- 1- Que conhecimentos científicos são relevantes para compreender e agir sobre esse caso?
- 2- Que técnicas e tecnologias são relevantes para compreender e agir sobre esse caso?
- 3- Quais os impactos sociais do uso de agrotóxicos?
- 4- Quais os impactos ambientais relacionados ao uso de agrotóxicos?

Inicialmente é necessário explicitar o que entendemos por constituir o domínio da ciência, da tecnologia, da sociedade e do ambiente para estabelecermos um parâmetro de análise.

Com base na leitura do trabalho de Santos e Mortimer (2002), entendemos que compreende o domínio da **Ciência**: conhecimentos e conceitos referente ao conceito de polinização, agregado ao conceito de variabilidade genética e co-evolução entre plantas e abelhas específicas; interações ecológicas; anatomia e fisiologia das plantas; morfologia dos insetos; eficiência de polinização por abelhas. Com relação ao domínio da **Tecnologia**, consideramos ser quando o aluno explicita: técnicas de cultivo (e.g. monocultura, policultura e agroecologia); produtos ou artefatos tecnológicos (e.g. uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos); diferentes técnicas de polinização (e.g. artificial, natural, *robot bees*). Para o domínio da **Sociedade**, entendemos: considerações éticas e morais sobre opções relacionadas a QSC, juízos de valor, opção de escolhas (e.g. pelo agronegócio ou agroecologia). O domínio do **Ambiente** está relacionado ao aluno expor: consequências ambientais decorrentes da QSC e condições que limitam a QSC.

A fim de estabelecer um parâmetro de análise, realizamos esse mapeamento das relações CTSA entre os domínios previamente, com base na literatura pertinente sobre ecologia e evolução, entre outros, conforme a figura 11. O quadro 6 reúne as respostas dos grupos de cada uma das questões.

Figura 11: Algumas relações entre os domínios CTSA do caso.



Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 6: Mapeamento das relações CTSA realizados pelos grupo.

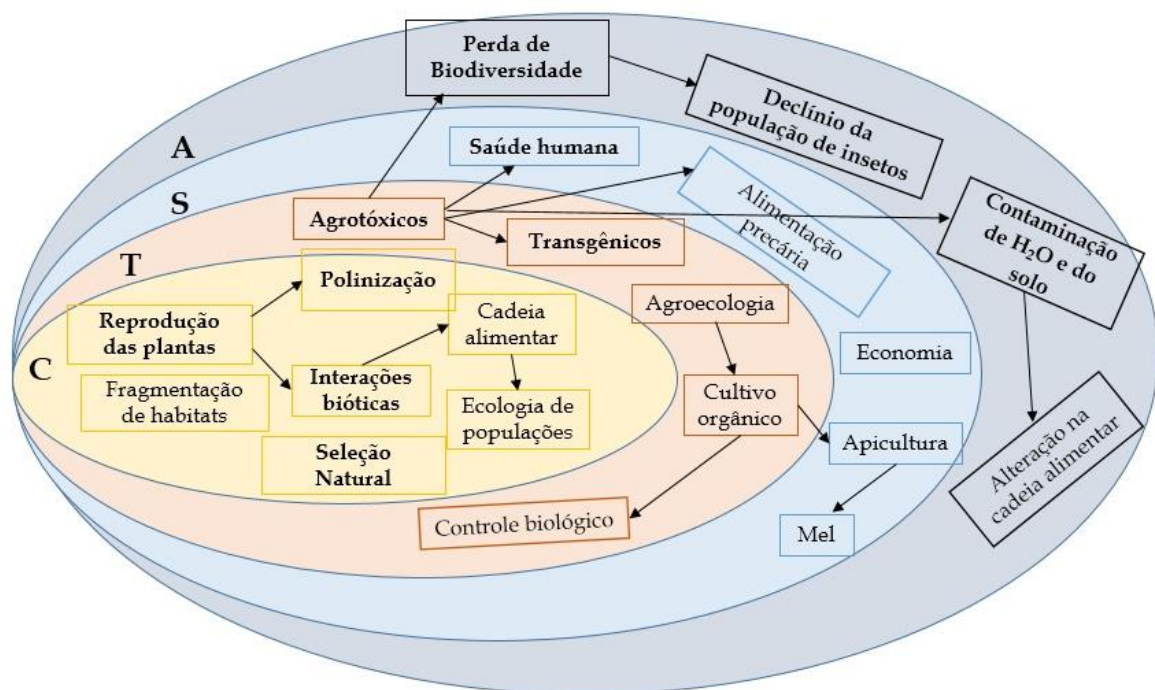
Domínios	Grupos	Respostas
Ciência	G1	Seleção natural, ecologia de populações, interações bióticas, reprodução das plantas, polinização, fragmentação de habitats e cadeia alimentar
	G2	Conhecimentos sobre teoria sintética que se aplica a seleção natural, mutação e recombinação genética, as relações ecológicas como cooperação (benefícios mútuo entre os artrópodes e as plantas por meio da polinização), o ciclo dos agrotóxicos nos prejuízos ambientais
	G3	Entender o que é polinização, o uso adequado de agrotóxicos, compreender o efeito da nicotina que bloqueia as comunicações neurais, biodiversidade, entender o papel dos polinizadores como serviço ambiental dos ecossistemas
	T	Conhecimentos na área de ecologia, polinização, mecanismos de ações dos agrotóxicos, características morfológicas e fisiológicas das plantas e animais e a importância da manutenção da biodiversidade
Tecnologia	G1	Controle biológico, cultivo orgânico, agrotóxicos, agroecologia e transgênicos
	G2	Agroecologia para redução dos agrotóxicos que gera produção aproximada da técnica que utiliza agrotóxico, controle biológico utilizando o predador da praga o bactérias que a mantém, uso da policultura para controle de praga
	G3	Usar produtos orgânicos ao invés de agrotóxicos, introdução de espécies nativas no local para aumentar a polinização das flores, agricultura orgânica
	T	Técnicas como adubação por compostagem a partir da matéria orgânica, produção de inseticidas a partir de óleos vegetais e manejo adequado de espécies

Sociedade	G1	Afeta a saúde humana, economia, produtores que necessitam de polinizadores e mel, alimentação precária
	G2	Doenças como mutações genéticas causadas pelos agrotóxicos, déficit de polinização que acarreta na diminuição da quantidade de alimentos produzidos, eutrofização das águas
	G3	Contaminação do solo, água, ar e do lençol freático, ocorrência de intoxicação agudas por agrotóxicos. Provoca alterações na fisiologia do sistema nervoso levando a morte por hiperexcitação ou paralisação das atividades além disso causa efeitos subletais como redução do movimento e da mobilidade. [...] responsáveis por causar intoxicação, risco também de ingerir produtos infectados que causa alterações hormonais e desenvolvimento de câncer
	T	Desequilíbrio ambiental, perda de solo, perda da biodiversidade e afeta a saúde humana
Ambiente	G1	Perda de biodiversidade, contaminação da água e do solo, declínio na população de insetos, alteração da cadeia alimentar.
	G2	Contaminação das água, diminuição da biota do solo, diminuição da biodiversidade e contaminação da fauna e flora
	G3	Ao invés de diminuir os ataques as lavouras, possibilita o desenvolvimento de espécies resistentes, tanto vegetais como animais e requer mais aplicação com doses mais elevadas, aumentando as contaminações ambientais e humanas
	T	Causa prejuízos no solo como acidez, morte de micorrizas, perda de nutrientes e salinização. Da mesma forma contamina o ar e a água, causando morte de diversas espécies da comunidade aquática, assim afetando a biodiversidade

Fonte: elaborado pela autora.

Com relação ao domínio da ciência, o grupo 1 mapeou, além dos conhecimentos científicos que propomos na figura 11, o conhecimento de ecologia de populações e cadeia alimentar, conforme a figura abaixo. Além disso, acrescentaram fragmentação de habitat no domínio da ciência, enquanto que no mapeamento da figura acima nós colocamos no domínio do ambiente como uma consequência do agronegócio que está no domínio da sociedade. O grupo 2 acrescentou além dos conhecimentos mapeados na figura acima, recombinação genética e ciclo dos agrotóxicos. Ademais, o grupo acrescentou mutação no domínio da ciência, que consideramos um conhecimento pouco relevante para compreender e agir sobre a QSC do caso.

Figura 12: Mapeamento do G1 das relações CTSA.



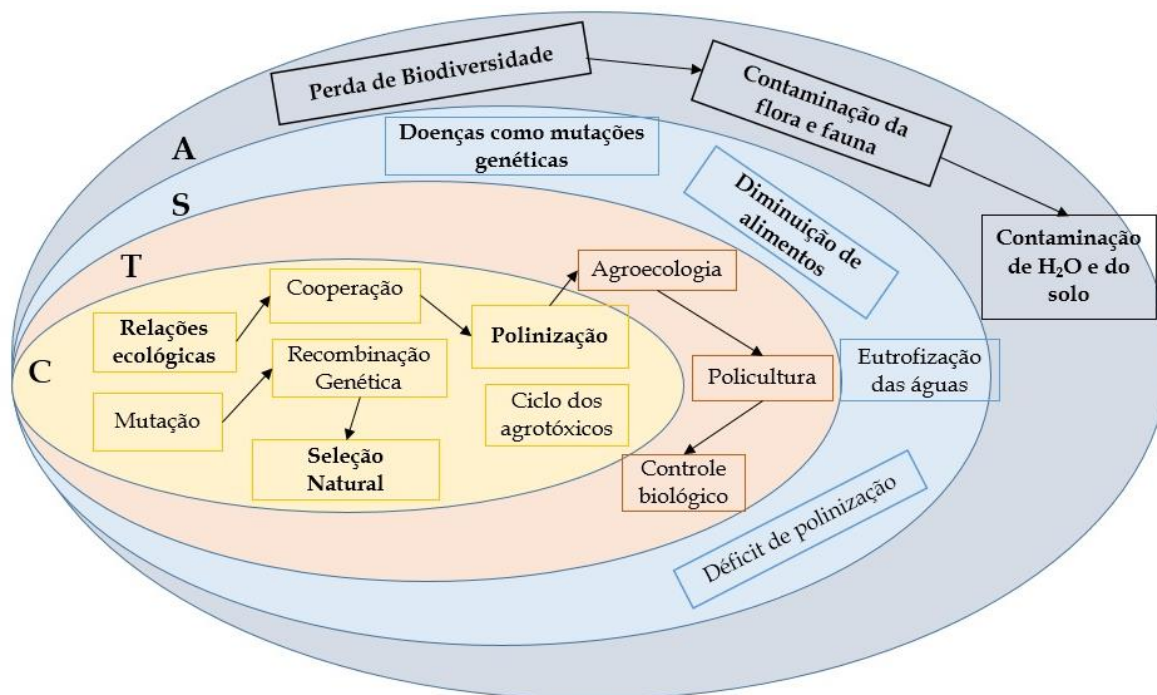
Fonte: elaborado pela autora.

Os conhecimentos mapeados pelos alunos do grupo 3 contidos na figura 11 foram apenas conhecimentos de polinização e biodiversidade, pois a variabilidade genética que há no mapeamento realizado por nós é fator primordial da biodiversidade. Além desses, o grupo colocou conhecimentos acerca do uso adequado de agrotóxicos como conhecimento relevante, o que consideramos interessante, pois os agrotóxicos são um produto da tecnologia, mas que necessitam de conhecimentos sobre seus usos e para a saúde humana e principalmente suas

consequências ambientais. Para o trio, além dos conhecimentos mapeados na figura 11, os alunos adicionaram conhecimentos de ecologia igual ao grupo 1, mecanismos de ações dos agrotóxicos igual aos grupos 2 e 3. Também consideramos a importância da manutenção da biodiversidade referido pelos 3 alunos como referência a variabilidade genética que colocamos no nosso mapeamento. Notamos que todos os grupos não indicaram conhecimentos acerca da coevolução como relevantes para resolver a QSC.

No que diz respeito a dimensão da tecnologia, os grupos 1 e 2 apresentaram o controle biológico como uma técnica que é relevante para agir sobre a QSC, o qual consideramos muito pertinente, como pode ser visto na figura 13. Somado a isso, o grupo 1 mencionou agrotóxicos e transgênicos igualmente como no nosso mapeamento. Ambos grupos apresentaram agroecologia como técnicas, o que não consideramos inadequado, pois é uma técnica de plantio que está ligada à sociedade como expomos na figura 11. Para o grupo 1, o cultivo orgânico é uma técnica relacionadas com a QSC.

Figura 13: Mapeamento do G2 das relações CTSA.



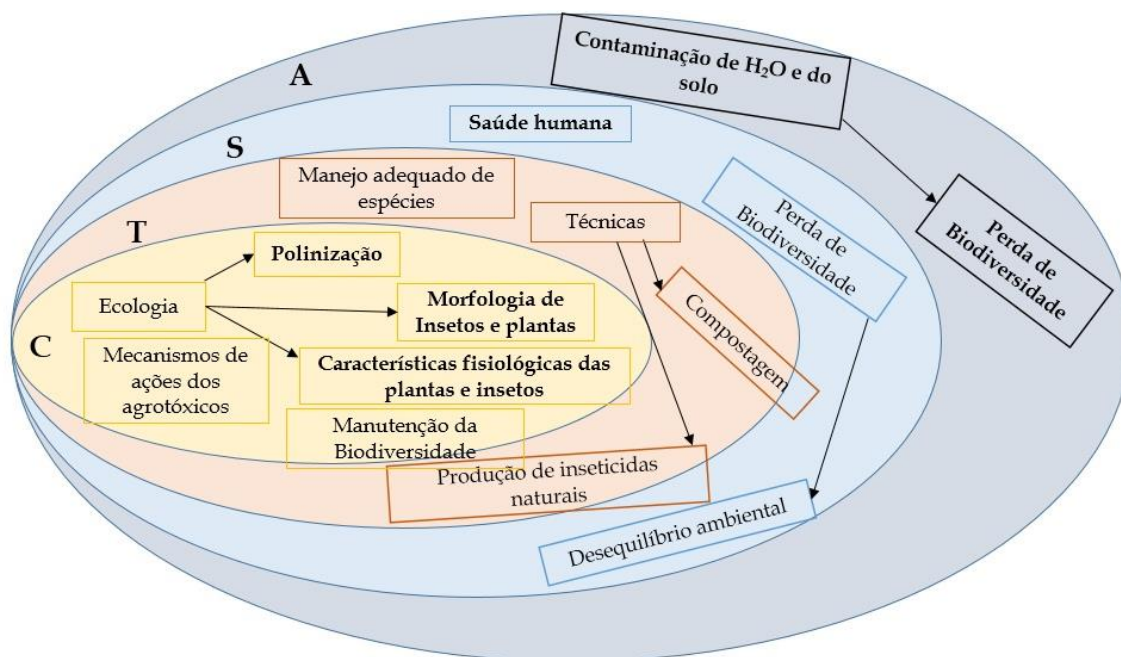
Fonte: elaborado pela autora.

O grupo 3 apresentou mais ações para resolver a QSC do que propriamente dito técnicas e tecnologias correlatas a QSC, apenas acrescentando a agricultura

orgânica com uma técnica. Já o trio apresentou como técnicas a adubação por compostagem, o manejo adequado de espécies e a produção de inseticidas naturais como técnicas necessárias para entender sobre a QSC. Foi possível perceber que nenhum grupo mencionou a técnica de polinização manual, que é uma técnica recorrente em virtude da queda número de espécies de abelhas polinizadoras.

Para o domínio da sociedade, o trio apenas mencionou de maneira geral a saúde humana como consequência social do uso dos agrotóxicos, como pode ser notado na figura 14. O grupo 1 apontou além dos problemas na saúde humana, problemas na economia e a alimentação precária. Os estudantes do grupo 2 especificaram quais seriam esses problemas de saúde pública, apontando para as doenças causadas pelas mutações genéticas, bem como mencionaram a deficiência na produção de alimentos como consequências do uso indiscriminado dos agrotóxicos. Também citaram a eutrofização do solo, mas no nosso entender tal impacto está mais relacionado ao domínio do ambiente. Os alunos integrantes do grupo 3 apontaram a intoxicação aguda pelos agrotóxicos, além de outros.

Figura 14: Mapeamento das relações CTSA realizado pelo Trio.

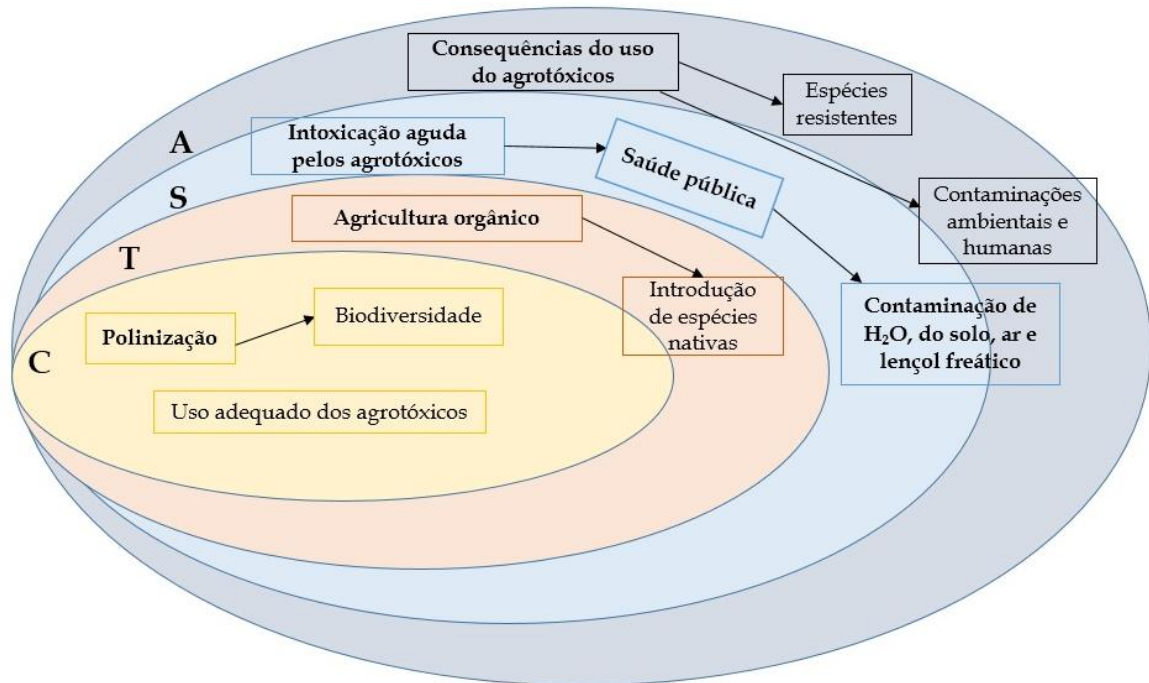


Fonte: elaborado pela autora.

Em relação ao domínio do ambiente, os grupos 1 e 2 mencionaram, de maneira geral, a maioria e os mais importantes impactos decorrente do uso dos agrotóxicos. Os licenciandos do grupo 3 se referiram ao surgimento de espécies mais resistente

ao uso do agrotóxico como consequência ambiental, como observamos na imagem 15. Para o trio, além de alguns impactos mapeados por nós na figura 11, os três estudantes apontaram para a morte de micorrizas.

Figura 15: Mapeamento das relações CTSA realizado pelo G3.



Fonte: elaborado pela autora.

De modo geral, percebemos que todos os grupos e o trio conseguiram fazer um mapeamento dos domínios CTSA da QSC déficit de polinização apresentada no caso. Alguns domínios com menor amplitude do que outros. Desse modo, consideramos essa etapa primordial para auxiliá-los na resolução do caso.

3.3.2 Respostas às questões norteadoras específicas do caso

O caso apresentado aos estudantes exige um posicionamento frente ao dilema existente no mesmo, portanto, as respostas a essas questões tiveram o intuito de analisar como esses licenciandos se posicionam frente ao dilema. Na parte 2 da atividade 3 (Apêndice E), convidamos os alunos a responderem duas perguntas, sendo que cada uma delas se relacionava a valores e importância (valor) que as abelhas têm. As questões foram:

- 1- Quais os principais motivos para ações de preservação ou conservação das abelhas? Que valores sustentam essas ações?
- 2- Coloque em ordem de importância para vocês:
 1. Garantir a safra das maçãs do vizinho;
 2. Garantir a colheita e a venda do mel do tio;
 3. Garantir a sobrevivência das abelhas.Justifique a importância de cada um desses itens acima.

Como podemos notar a primeira questão tem relação sobre posicionamento, mas que também mobiliza algum conhecimento de evolução (coevolução e sua importância para a sustentabilidade dos ecossistemas) e de ecologia (das relações entre os três seres vivos: abelha, planta e homem), já a segunda questão é sobre os motivos, ou seja, as razões que os levam a decidir por cada uma das alternativas da questão. A fim de garantir uma organização na discussão desses dados inerentes a essa parte da atividade, nós iremos apresentar cada uma das respostas de ambas questões separada por grupo.

Para a primeira questão, o trio considera que *“a preservação das abelhas é de extrema importância na manutenção e preservação da biodiversidade, variabilidade genética e na reprodução das plantas pela polinização. Dessa forma, contribuindo para a economia global”*, como os principais motivos de ações de preservação e conservação das abelhas. É possível notar que os três licenciandos utilizam motivos de ordem não antropocêntrica, mas finalizam com uma importância de natureza antropocêntrica, ou seja, para o trio temos que preservar as abelhas não somente porque elas são importantes para o ambiente, mas também porque essa importância gera uma consequência positiva na economia para nós, seres humanos, o que corresponde ao domínio da sociedade. O trio não mencionou os valores.

Para a segunda questão, os participantes estabeleceram a ordem de importância da seguinte maneira, conforme quadro 7. Como justificativa, eles consideram importante, primeiramente, garantir a sobrevivência das abelhas porque *“é o principal ponto, uma vez que as abelhas garantem os outros dois pontos”*, em segundo lugar, garantir a safra das maçãs do vizinho, porque *“dessa forma será possível a produção de mel depois da polinização das maçãs”*, e, por fim, *“feito a polinização, torna-se possível a produção de mel”*.

Quadro 7: Ordem de importância para a segunda questão estabelecida pelo trio.

Afirmação	Ordem de importância
Garantir a safra das maçãs do vizinho;	2º
Garantir a colheita e a venda do mel do seu tio;	3º
Garantir a sobrevivência das abelhas.	1º

Fonte: elaborado pela autora.

O grupo 1, no que diz respeito a primeira questão, escreveu que o principal motivo de ações para preservação ou conservação das abelhas é a *“manutenção da população de abelhas, da biodiversidade, sobrevivência humana”*; como valores os estudantes do grupo apontaram *“valores sociais, ambientais, econômicos e éticos”*. Na segunda questão, conforme o quadro 8, os alunos estabeleceram a seguinte ordem de importância:

Quadro 8: Ordem de importância para a segunda questão estabelecida pelo G1.

Afirmação	Ordem de importância
Garantir a safra das maçãs do vizinho;	3º
Garantir a colheita e a venda do mel do seu tio;	2º
Garantir a sobrevivência das abelhas.	1º

Fonte: elaborado pela autora.

Com base no quadro acima, os licenciandos do grupo 1 também consideram importante, primeiramente, garantir a sobrevivência das abelhas, mas discordam do trio em relação a ordem das demais afirmações. Para eles, em segundo lugar, é mais importante garantir a colheita e venda do mel, *“porque o mel é o produto final das abelhas e somente a partir delas pode ser produzido”* e, por fim, garantir a safra das maçãs do vizinho *“porque seu cultivo pode ser feito a partir de outros polinizadores, e de modo que não interfira nas populações de abelhas”*, o que demonstra que os alunos têm pouco conhecimento científico a respeito da polinização da flor da macieira, pois a polinização da mesma quando realizada por abelhas é mais vantajosa se comparada a outros demais insetos (FREITAS; SILVA, 2015).

Segundo o grupo 2, os principais motivos são *“para que continue havendo a polinização e a produção do cultivo e manter o equilíbrio ecológico”*. Para os integrantes desse grupo o único valor que sustenta essa ação diz respeito aos *“valores*

econômicos e manter o fluxo gênico”. Com relação a segunda questão, o grupo organizou a ordem de importância de acordo com o quadro 9. Para os estudantes, está ordem foi assim estabelecida *“porque com a sobrevivência das abelhas será possível a manutenção da flora por meio da polinização que através disso será garantida a colheita e a venda do mel assim como a das maçãs”*.

Quadro 9: Ordem de importância para a segunda questão estabelecida pelo G2.

Afirmação	Ordem de importância
Garantir a safra das maçãs do vizinho;	3º
Garantir a colheita e a venda do mel do seu tio;	2º
Garantir a sobrevivência das abelhas.	1º

Fonte: elaborado pela autora.

De acordo com o grupo 3, os principais motivos de ações pelas quais devemos preservar ou conservar as abelhas são *“porque são [as abelhas] importantes para o cultivo de quase 70% dos cultivos. Se as abelhas forem extintas, nós humanos morreremos*”. Os alunos não explicitaram quais os valores que sustentam essas ações. No que tange a ordem de importância das afirmações da segunda questão (ver quadro 10), os licenciandos apontaram que *“(1º) apesar de seus tamanhos diminutos os insetos tem importância para a vida na terra, com a retirada de uma importante parcela como são as abelhas para o ecossistema não perderíamos apenas o mel (2º) que é um grande produto comercial, mas também a vegetação uma vez que animais herbívoros precisam do trabalho das abelhas para alimentar-se. Como consequência a vegetação diminuiria desencadeando transtornos na natureza; (3º) garantir a safra de maçãs do vizinho pois por mais que ela seja um recurso alimentar importante sem as abelhas será mais difícil de ocorrer a polinização e diminuirá a produção da mesma”*.

Quadro 10: Ordem de importância para a segunda questão estabelecida pelo G3.

Afirmação	Ordem de importância
-----------	----------------------

Garantir a safra das maçãs do vizinho;	3º
Garantir a colheita e a venda do mel do seu tio;	2º
Garantir a sobrevivência das abelhas.	1º

Fonte: elaborado pela autora.

Desse modo, percebemos que os três grupos e o trio possuem uma visão não-antropocêntrica que se aproxima do biocentrismo, por considerar importante tanto as abelhas quanto as benesses que a preservação das abelhas pode gerar, como, por exemplo, na economia para o ser humano. Em sua obra *Respect for Nature*, Taylor (principal protagonista do biocentrismo) (1981 apud VAZ; DELFINO, 2010; BECKERT, 2012) considera que o dever humano de preservar as espécies, de evitar a poluição e o desequilíbrio da natureza é a forma de manter a vida saudável de outras espécies além da nossa.

Além disso, também foi possível notar que todos os grupos e o trio não atribuem valor intrínseco as abelhas. Todos colocaram que é primeiramente mais importante garantir a sobrevivência das abelhas, mas não porque elas sejam dignas de viver por si mesmas (ou seja, valor intrínseco) e por isso merecem consideração moral, mas porque as abelhas são consideradas como um instrumento (ou seja, valor instrumental, que é o valor atribuído a algo pelo seu uso atual ou potencial), o que colabora para que todos os grupos e o trio apresentem uma visão utilitarista da abelha. Portanto, as abelhas são importantes porque são importantes para nós seres humanos (VAZ; DELFINO, 2010).

3. 4 Formação dos licenciandos a partir da experiência com a intervenção

Esta parte da intervenção tem relação como o foco da investigação no que tange à formação dos professores. O objetivo consistiu em analisar os casos construídos pelos licenciandos e como essa experiência através da intervenção refletiu na formação dos mesmos, bem como as concepções dos participantes a respeito da educação CTSA, o uso de QSC e o estudo de casos como abordagens para a educação em ciências.

3.4.1 Construindo estudos de casos

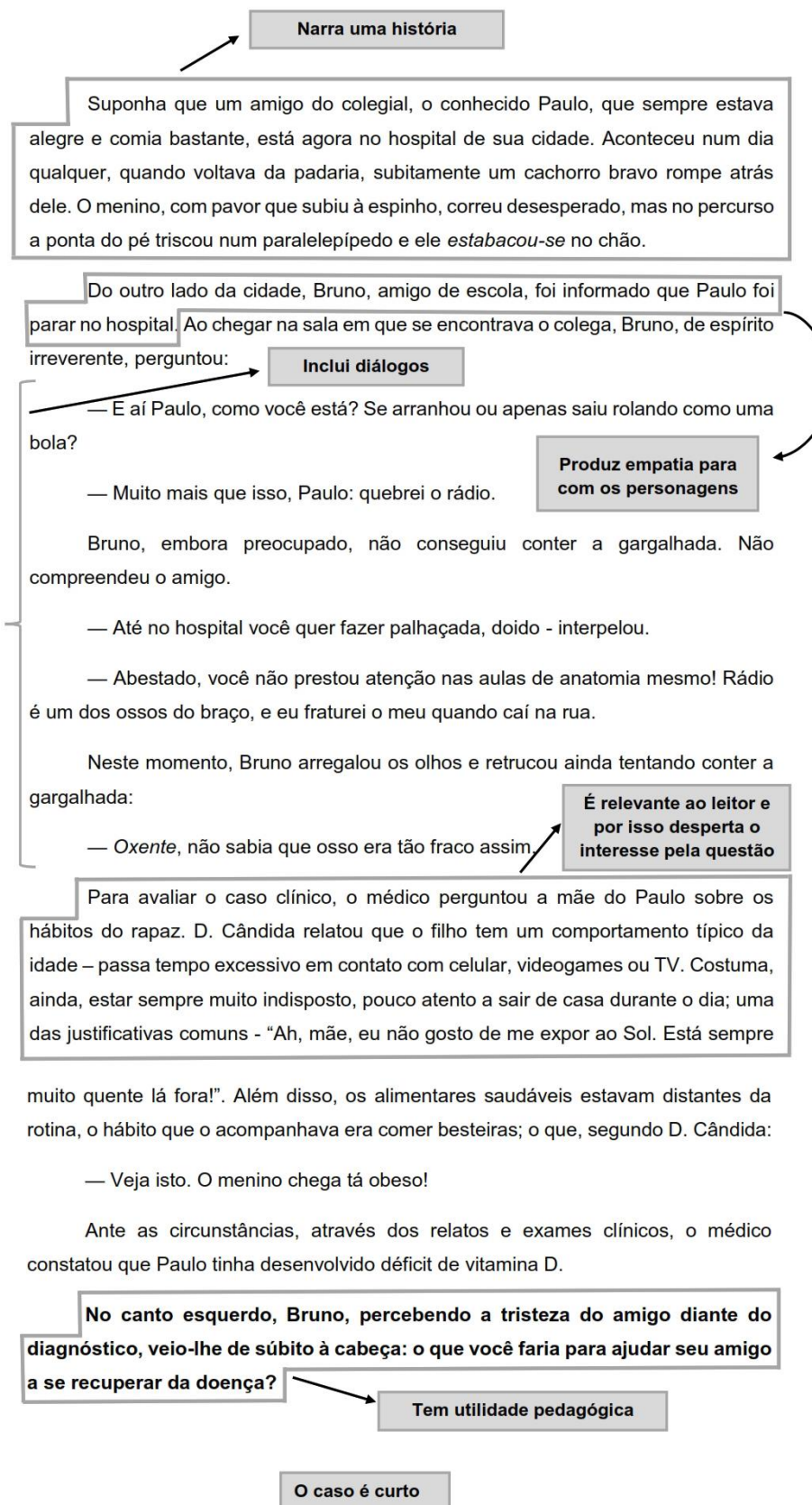
Essa atividade foi realizada com o intuito de contribuir, mesmo que minimamente e pontualmente, para a formação desses licenciandos por meio das experiências vivenciadas na intervenção da disciplina de estágio. Foi um momento em que abrimos espaço para que os alunos pudessem construir materiais didáticos para trabalhar com QSC e educação CTSA em suas futuras práticas docentes. Então, após os alunos vivenciarem na prática o que seria uma resolução de QSC didaticamente falando, propomos aos alunos que se utilizassem de um desses meios de trabalhar com QSC, como é proposto por Zeidler e colaboradores (2005) e Bencze e colaboradores (2018), que nessa situação foi o estudo de caso, e elaborassem casos que abordassem QSC de livre escolha dos participantes.

Cabe ressaltar que os alunos não construíram os casos isoladamente, os licenciandos tiveram que além de construir as narrativas, planejar como eles desenvolveriam esses casos em sala de aula, isso resultou nos dados que estão anexo B, mas que não são de interesses para as nossas análises. Assim, para as análises dos casos construídos pelos grupos tomamos como base os elementos de Herreid (1998) sobre as características de um bom caso e a classificação adotada por Sá (2010). Dessa análise emergiu o seguinte:

Como podemos notar, na narrativa do caso dos três alunos que não há a QSC bem definida, além disso, os integrantes não conseguiram classificar em qual tipo de caso, o caso construído se encaixa. Em nossas análises, chegamos à conclusão que o caso elaborado tem potencial para se tornar um caso de múltiplos casos. Para isso, seria necessário que os licenciandos abordassem com mais riqueza de detalhes a questão da obesidade na adolescência e dessa forma explorassem o tema, dando configuração para uma QSC e como problema que desencadearia do problema central (obesidade): o déficit de vitamina D.

No que diz respeito às características de Herreid (1998) sobre um bom caso, os licenciandos conseguiram contemplar 7 das 11 características, conforme o caso abaixo:

Figura 16: Caso elaborado pelo Trio.

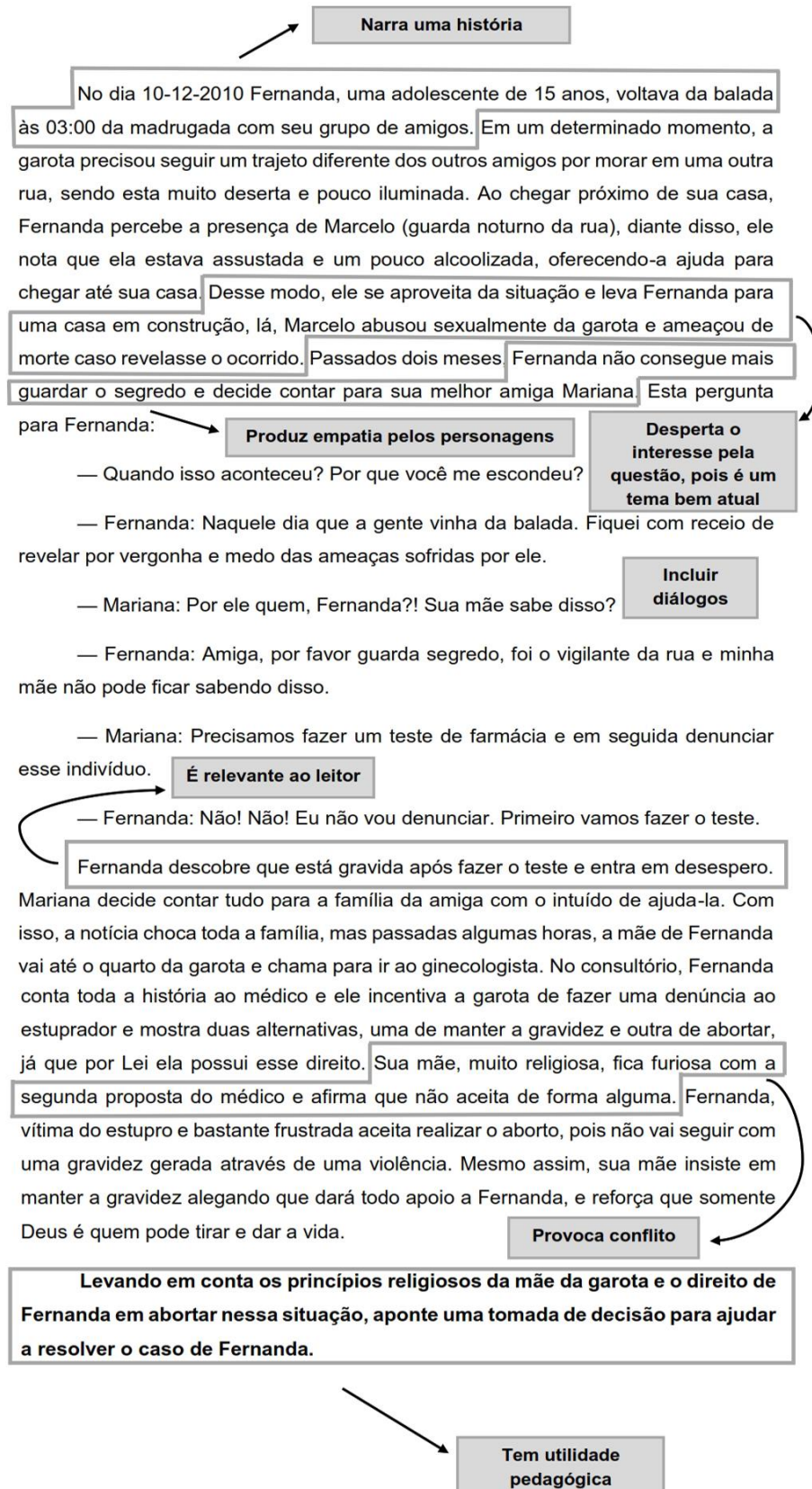


Fonte: arquivo da autora.

O grupo 1, conseguiu abordar bem a QSC na narrativa do caso. A QSC escolhida pelos licenciandos foi o abuso sexual e o aborto (GUMARÃES, 2011). Com relação às características de um bom caso, os integrantes do grupo conseguiram abordar oito características de maneira satisfatória e duas de maneira a desejar (ser curto e provocar um conflito), conforme pode ser visto no caso da figura 17.

Segundo os licenciandos do grupo 1, *“o caso é estruturado, pois envolve religião e temas sociocientíficos (abuso sexual e aborto). Apresenta de forma clara o problema a ser resolvido: Fernanda está em uma situação delicada entre seguir o conselho da mãe ou não manter a gravidez”*.

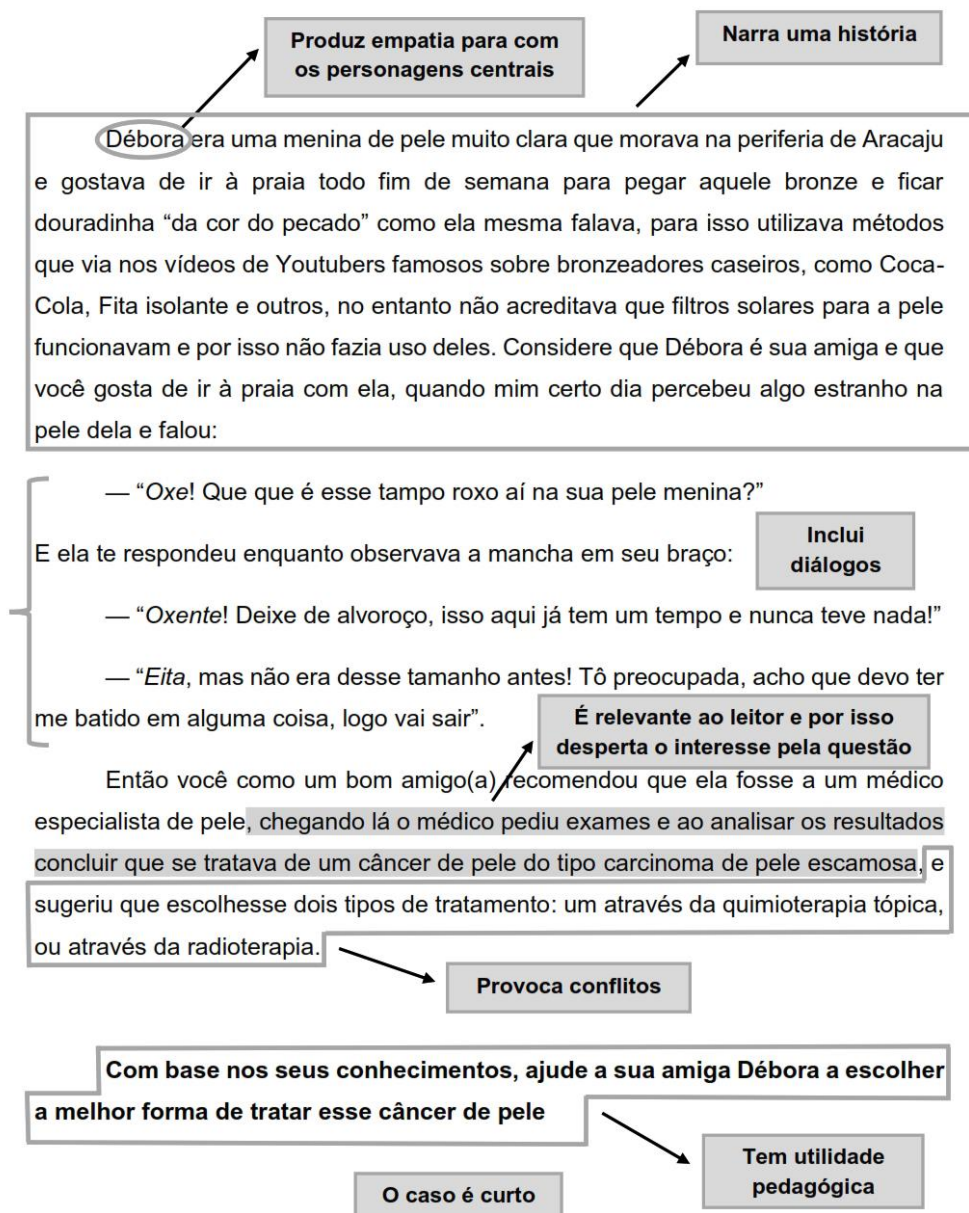
Figura 17: Caso elaborado pelo grupo 1.



Fonte: arquivo da autora.

O grupo 2 não conseguiu definir bem a QSC no caso. Os licenciandos abordaram o câncer de pele, mas não conduziram de maneira satisfatória o enredo do caso para abordar o câncer de pele como uma QSC. Com relação aos demais elementos da atividade, os estudantes não conseguiram realizar. Desse modo, também não classificaram o caso. Em nossas análises, consideramos que o caso se enquadra mais para um caso estruturado. No que tange aos elementos de Herreid (1998), os licenciandos conseguiram incluir com êxito no caso oito características e, assim como o grupo 1, deixaram duas a desejar (forçar uma decisão e ser atual).

Figura 18: Caso elaborado pelo grupo 2.

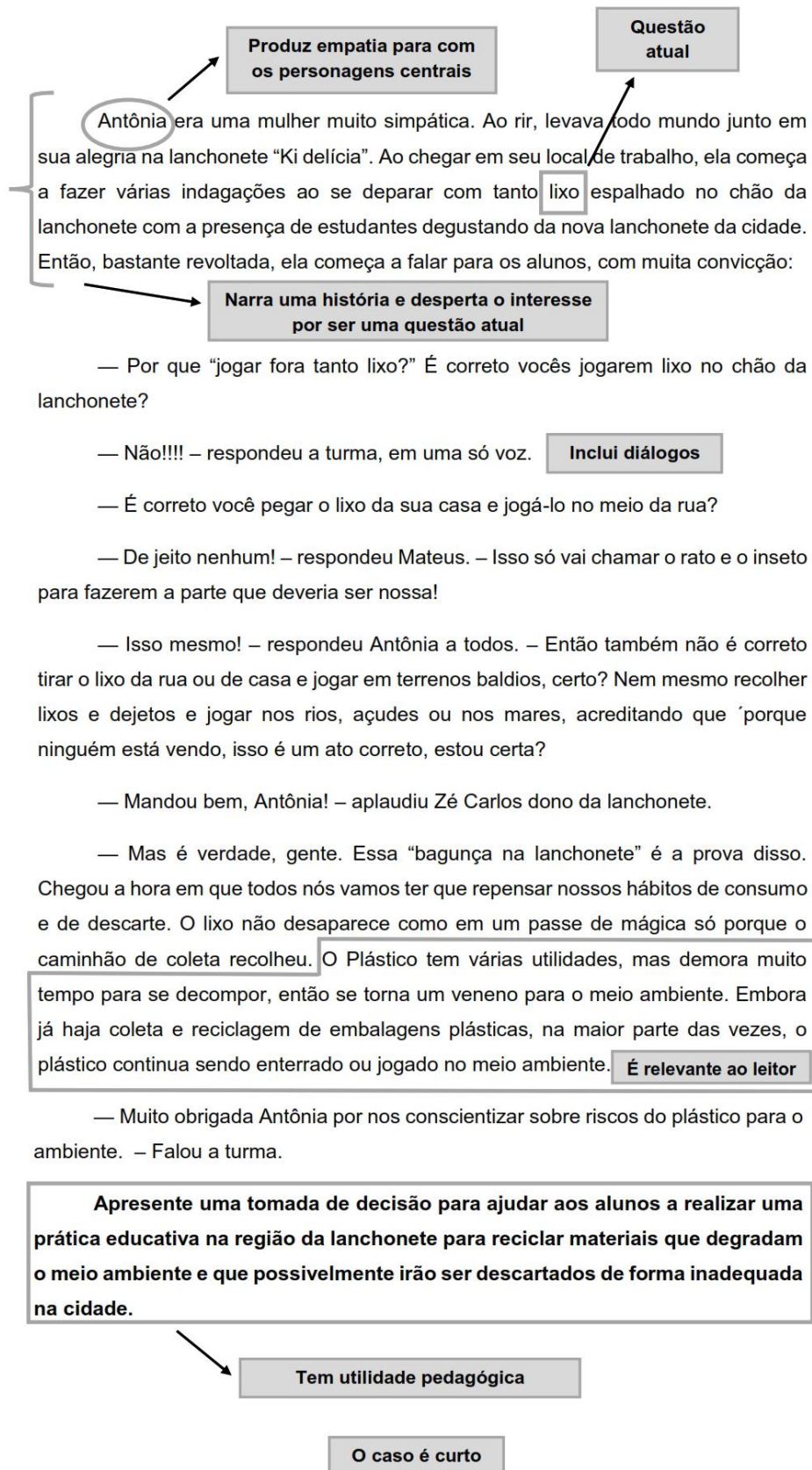


Fonte: arquivo da autora.

O grupo 3, escolheu a QSC da poluição pelo lixo que é uma questão atual frente ao alto número de notícias sobre intoxicação e morte de animais marinhos pela ingestão de plástico no mar, como por exemplo, o banimento na Austrália do uso de sacolas plásticas. Além disso, recentemente o Rio de Janeiro banuiu o uso de canudos de plásticos. Em nosso entender, os licenciandos conseguiram abordar mediantemente bem a QSC. Para os licenciandos do grupo, o caso é classificado como um caso estruturado que, segundo Sá (2010), é quando o problema a ser solucionado encontra-se de maneira bem definida no contexto da narrativa do caso.

Com relação as características que dizem respeito a ser um bom caso, os alunos conseguiram contemplar 9 características propostas por Herreid (1998) de maneira satisfatória conforme a análise exposta na figura 19.

Figura 19: Caso elaborado pelo grupo 3.



Fonte: arquivo da autora.

A partir dessa atividade, ponderamos que o processo de construir casos foi de grande proveito, uma vez que, como podemos notar, os licenciandos se debruçaram sobre essa demanda que resultou em bons casos, de maneira geral.

3.4.2 Concepções dos participantes a respeito da educação CTSA, o uso de QSC e o estudo de casos como abordagens para a educação em ciências

Os dados inerentes a esse item dizem respeito a uma entrevista semiestruturada com um integrante de cada grupo e do trio, contudo, um integrante do grupo 3 decidiu não participar dessa etapa da constituição de dados. Os alunos que participaram dessa etapa foram: A3 – trio; A5 – G1; A9 – G2.

A primeira pergunta do roteiro da entrevista tem relação com a dimensão de avaliação do curso que é importante para a professora-pesquisadora. Quando questionados sobre qual nota dariam para a intervenção, os licenciandos A3, A5 e A9 estabeleceram respectivamente 10, 9 e 8. Apenas o aluno A9 explicou os motivos: *“8 porque a questão do tempo era algo muito curto para que a gente conseguisse absorver, aprender e também porque as atividades jogadas para casa é uma questão que a gente já tem outras atividades da academia mesmo e quando junta tudo a gente acaba se perdendo. Aí eu achei que, pelo menos da minha parte, eu atribuí pouco tempo para o estudo dos casos, mas eu gostei e até levei [...] para minha aula do PIBID, como uma questão para trabalhar”*. (A9). Entendemos e concordamos com o que o licenciando A9 expõe, mas diante das circunstâncias e possibilidades, a intervenção na disciplina teve essa configuração curta, com poucos encontros.

Convidamos os alunos a comentarem um pouco sobre como foi a experiência com a intervenção. O licenciando A3 falou que: *“A experiência foi muito boa, onde a gente teve a oportunidade de conhecer mais sobre uma nova metodologia, que é o estudo de caso para aplicar no cotidiano, até porque é algo diferente que chama mais atenção, vai despertar o maior interesse, até porque eles vão ter que pesquisar e tudo mais...”*

O aluno A5 apontou que *“[...] Olha, pra mim como estudante, como universitária, foi um a experiência boa, em que eu pude, é ter uma visão diferente é entender a questão CTSA, das questões sociocientíficas, entender a importância de discutir ela em sala de aula e pra minha formação de professora também, é eu achei bastante importante é saber como conversar com o aluno sobre esses assuntos,*

mostrando para ele a importância é de entender é sobre o CTSA, sobre as questões sociocientíficas”.

Para o aluno A9: *“Algo novo, no início eu não sabia o que era o estudo de caso, nem como ele era utilizado no ensino de ciências, aí eu achei que foi algo que trouxe mais conhecimento, não só para dar aula”.*

Com relação ao processo de construção de casos com abordagem de QSC, os licenciandos apontaram:

“Esse processo foi bem trabalhoso porque eu nunca tinha feito isso antes, então deu um pouco de trabalho, eu fiz de uma forma, depois acabou não dando certo e eu tive que mudar tudo, mas no final deu tudo certo” (A3).

“[...] porque o tema que a gente trabalhou foi o aborto, né?! [...] Olha! Difícil mais ou menos, teve umas certas dificuldades pra gente, de assim, tipo depois encontrar uma solução [...] acho que o desafio foi esse, a gente encontrar uma solução pra tipo é que atitude ela iria tomar, entendeu? A respeito dela permanecer é dá continuidade à gravidez ou não, então acho que o desafio foi esse” (A5).

“Para mim as QSC ainda são um pouco complexas, ao meu ver fica tudo emaranhado na cabeça, mas... Tranquilo não foi, [...] pra gente escolher o tema principal foi fácil, mas quando foi pra montar a estrutura do caso foi bem complicado [...]” (A9).

Os pronunciamentos dos alunos demonstram que os mesmos tiveram bastante dificuldades para elaborar os casos. Isso se deve, talvez, à falta de base teórica e prática unificada dessa metodologia de ensino, tanto na formação básica quanto na formação inicial docente desses alunos, uma vez que para os participantes o tempo demandado para essa atividade foi um pouco curto, como apontado pelo aluno A9. Para Cachapuz e colaboradores (2011), os problemas que encontramos nos estudos de caso são fonte de motivação intrínseca, ou seja, estimulam nos alunos o desafio intelectual de encontrar as soluções para situações que são relativamente complexas.

No que tange ao questionamento sobre a opinião dos entrevistados sobre a perspectiva CTSA com base em QSC para a educação em ciências e a relação dessas

perspectivas de ensino com a futura prática docente dos licenciandos, o aluno A3 explica que: *“Eu acho muito importante né? Uma vez que vai estar articulando todos esses meios (domínios CTSA), acho que vai despertar o interesse também, e acho que fica mais fácil de aprender o conteúdo e tudo mais, é muito informativo [...] e é algo que eu vou estar fazendo inclusive nas intervenções do PIBID que eu já faço, posso estar fazendo isso. Entendeu? É superinteressante”*.

Tal pronunciamento nos chamou atenção porque o entrevistado pretende incluir em suas ações docentes a educação CTSA e as demais perspectivas de ensino que foram abordadas na intervenção. Além disso, o licenciando entende que é importante articular os domínios CTSA no ensino de ciências.

O licenciando A5 esclarece que espera: *“[...] poder trabalhar com esses temas em sala de aula de acordo com que eu venho aprendendo, com o que eu venho é tenho visto aqui na universidade por ser de grande importância, na área de ciências, [...] Espero ter essa oportunidade de trabalhar com os alunos, apesar que hoje em dia é pelo o que a gente vê na realidade na sala de aula os professores não trabalham com esses temas é isso ocorre atualmente quando eu estudava lá no ensino básico não era discutido essas questões é mas é algo muito importante e eu pretendo trabalhar com os meus alunos, levar pra eles os assuntos é relacionados as QSC e as CTSA também”*.

Notamos que o licenciando A5 expõe a questão que nos levou a pensar nessa proposta de intervenção. Nossa preocupação com a ação de que ao sair da universidade é menos propício que os professores tentem produzir materiais didáticos para trabalhar com perspectivas diferentes do ensino tradicional foi reafirmada no próprio entender do aluno.

Para o estudante A9, as perspectivas CTSA e QSC: *“[...] tende a evoluir mais, porque ainda é pouco trabalhado ainda, acho que devia ser mais trabalhado, porque pelo menos para meu grupo a gente aprendeu bastante sobre QSC [...] na minha prática eu pretendo utilizar as QSC, porque pelas práticas que eu já tenho nos estágios e também no PIBID, eu vi que tem uma evolução dos alunos bem mais que no ensino tradicional, porque o ensino tradicional tá bem incapacitado, o negócio é que os alunos de hoje, da sala, elas não prestam mais atenção ao professor, o professor tem que buscar alguma forma de chamar atenção, eu acho que através da QSC e também do Estudo de Caso seria uma alternativa pra chamar atenção desses alunos.”*

A opinião expressa pelo aluno A9 está em total acordo com o que Sá e Queiroz (2009) explicitam. Segundo as autoras, o estudo de caso é um método ativo de aprendizagem dos alunos que desperta o interesse dos discentes na sala de aula, fator mencionado pelo aluno A9 como inexistente na metodologia de ensino tradicional.

E, por fim, perguntamos aos entrevistados se os mesmos enxergam possibilidades de usar os casos construídos em suas futuras ações docentes e se sentem preparados para isso?

O aluno A3 disse que pretende utilizar e que se sente preparado para abordar o caso em sala de aula. O licenciando A5 disse que se sente preparado para utilizar o caso construído e por isso pretende utilizá-lo: *“porque é um tema bem atual né?! A gente trabalhou o aborto, é como uma forma de orientar os alunos, principalmente as meninas né, sobre esse caso do aborto, a questão da gravidez na adolescência, a questão de orientar mesmo”*. Já o aluno A9 disse que não pretende utilizar o caso elaborado por seu grupo, mas que se sente preparado para trabalhar como casos em suas futuras práticas docentes. Vejamos em suas próprias palavras: *“Não [...] porque eu acho que o caso que a gente construiu a gente deveria ter desenvolvido mais o nosso caso, acho que ficou um pouco a desejar...”* E complementou apontando como dificuldade em se trabalhar QSC e casos no ensino de ciências a falta de tempo: *“Hoje tem a questão que, estudo de caso dá pra ser trabalhado na sala de aula, mas o problema é você desenvolver o caso, porque... isso levaria tempo, tempo é coisa que o professor tem pouco [...] você tem que prestar atenção no tema, se o tema dá pra trabalhar um estudo de Caso, acho que o estudo de caso dá pra ser trabalhado em qualquer tema, qualquer tema dá pra trabalhar, mas o problema é você desenvolver, porque assim, isso leva tempo”*.

Tal pronunciamento é evidenciado por diversos autores (PEDRANCINI; SIERRA, 2016; GUIMARÃES, 2011; REIS, 2004) que apontam a falta de tempo como um dos principais obstáculos enfrentados pelos professores ao decidirem trabalhar com QSC em sala de aula, o que demonstra, em tese, a importância de mais momentos como este na formação docente inicial de construção de materiais didáticos para trabalhar com essas abordagens de ensino nas futuras práticas dos professores de ciências.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa surgiu de dois questionamentos distintos, mas que se complementam. Um diz respeito a quais conhecimentos os licenciandos mobilizam na resolução de uma QSC sobre o déficit de polinização e como estes se posicionam frente a essa QSC, e o outro que diz respeito a como esses licenciandos se apropriam das perspectivas de ensino CTSA com base em QSC através de estudo de casos e como esse processo refletiu na formação inicial desses licenciandos. Diante disso, o principal propósito desta pesquisa foi investigar os conhecimentos e posicionamentos mobilizados por estudantes de Biologia na resolução de uma QSC sobre déficit de polinização, assim como as concepções desses estudantes sobre a educação CTSA e o uso de estudo de casos por meio de QSC na educação em ciências.

Para isso, traçamos um percurso que consistia em apresentar os principais referenciais teóricos que sustentaram essa investigação, tais como a educação CTSA com base em QSC e a relação dessas perspectivas de educação na formação inicial docente. Neste direcionamento, concluímos que ainda há carência de trabalhos com ênfase para orientação na formação dos professores a trabalharem com essas perspectivas de ensino em suas futuras práticas docentes, como salienta Souza e Gehlen (2017). Essas constatações evidenciaram a necessidade desse trabalho no que concerne a abrir espaços na formação inicial dos licenciandos de Biologia a planejarem e trabalharem com QSC, pois como demonstrado em nossa pesquisa é fundamental esse processo na formação inicial desses licenciandos.

Acreditamos assim como Zeidler e colaboradores (2005), Sá e Queiroz (2010), Bencze e colaboradores (2018), Hodson (2018), que o estudo de caso apresenta potencialidades interessantes para a abordagem de QSC em sala de aula devido a possibilidade de apresentar um enredo que justapõe diferentes opiniões, questionamentos e perspectivas estimulando aos alunos a deliberar, avaliar e decidir a que posturas eles se filiam ou a adotar uma postura diferente daquela que inicialmente eles defendiam. Por isso, adotamos o caso das abelhas para conduzir a discussão sobre a QSC do déficit de polinização por declínio de abelhas e analisar quais os conhecimentos dos domínios CTSA são mobilizados nessa resolução e como os licenciandos se posicionam frente a essa QSC trabalhando ética ambiental através da consideração moral.

Com base nos resultados da nossa pesquisa, buscamos delinear alguns aspectos que emergiram da relação entre os dois aspectos que salientamos no primeiro parágrafo dessa seção. O primeiro diz respeito ao fato de que os estudantes apresentam alguns conhecimentos prévios sobre o assunto da QSC no que concerne principalmente ao domínio da ciência. A partir desses dados, alguns questionamentos surgiram sobre os possíveis fatores que levam os alunos a mobilizarem mais os conhecimentos inerentes ao domínio da ciência em detrimento dos conhecimentos dos demais domínios. Chegamos à conclusão que a preponderância dos conhecimentos científicos no ensino de ciências apontada por Guimarães (2011) é o principal fator que corrobora para este fato.

Neste sentido, reforçamos a necessidade de se trabalhar mais sobre os outros domínios das relações CTSA além do domínio da ciência. Desse modo, buscamos realizar o mapeamento dos domínios CTSA referentes a QSC do déficit de polinização, caracterizando, assim, o segundo aspecto que emergiu dessa investigação. As análises demonstraram que os alunos sentiram uma certa dificuldade, reforçando a necessidade de se discutir com mais frequência as inter-relações CTSA dos conhecimentos científicos (SANTOS; MORTIMER, 2001) na educação em ciências. Para Hodson (2018), etapa de mapeamento das relações CTSA é um fator importante na discussão de QSC.

Adicionalmente, as análises dos dados também revelaram que os licenciandos têm um posicionamento de ordem não antropocêntrica quando solicitados para estabelecerem a ordem de importância, mas apresentaram uma certa incongruência em suas justificativas, demonstrando o filamento a concepções antropocêntricas. Esse resultado demonstra, em tese, a necessidade apontada por Conrado, El-Hani e Nunes-Neto (2013) sobre a importância de se discutir sobre ética na formação de professores de Biologia. Ademais, convém destacar que não se trata que o indivíduo deva assumir, necessariamente, determinada ética ambiental, mas que deve adotar alguma conduta ética de modo esclarecido e crítico quando for oportuno.

Somado a esses aspectos o processo de resolução de QSC através do estudo de casos permite que os licenciandos vivenciem através da prática como se dá esse processo de resoluções de QSC, reforçando assim o terceiro aspecto emergente dessa pesquisa, que se refere ao segundo questionamento apontado no início dessa seção. Os resultados indicam que o processo de construção de casos pode ser um

importante aliado na formação inicial de professores de ciências nessas perspectivas de ensino, como pode ser notado através dos depoimentos dos entrevistados.

Concordamos com Zeidler e Nichols (2009) que assinalam a importância de mais momentos, em sala de aula, para debates e discussões para um melhor entendimento e uma possível resolução de uma QSC. Por fim, concluímos que a presente investigação traz colaborações pertinentes no que tange a área da educação científica sobre os pressupostos de educação CTSA e QSC tratados nesta dissertação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABROL, D. P. **Pollination Biology Pests and Pollinators of Fruit Crops**. v. 1 Cham, Switzerland: Springer, 2015.
- ADB-EL-KHALICK, F. Socioscientific issues in pre-college science classrooms: the primacy of learners' epistemological orientations and views of nature of science. In: ZEIDLER, D. (Org.). **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003. p. 41-61.
- AIKENHEAD, G. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994. p. 47-59.
- AIKENHEAD, G. Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame. **Educación Química**, México, v. 16, n. 2, p. 114-124, 2005.
- AIKENHEAD, G. Research into STS science education. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, p. 384-397, 2009.
- AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de Ciências**. 2002. p. 258. Tese. (Programa de Pós-Graduação em Educação). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis/SC.
- AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo "paradigma"? **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 1-16, 2003.
- AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, São Paulo, v. 7, n. 1. p. 1-13, 2001.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-tecnológica para quê? **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 1-13, 2001.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2006.
- BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V.; BAZZO, J. L. S. **Conversando sobre educação tecnológica**. Florianópolis: ed. da UFSC, 2014.
- BECKERT, C. **Ética**. Centro de Filosofia da Faculdade de Lisboa: Lisboa, 2012.
- BENCZE, L.; HALWANY, S. E.; KRSTOVIC, M.; MILANOVIC, M.; PHILLIPS, C.; OUDA, M. Estudantes agindo para abordar danos pessoais, sociais e ambientais relacionado à ciência e à tecnologia. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (Org.). **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018a. p. 77-172.

BENSUSAN, N. O que a natureza faz por nós: serviços ambientais. In: _____. **Seria melhor mandar ladrilhar? Biodiversidade**: como, para quê e por quê. 2. ed. São Paulo/SP: Petrópolis, 2008.

BOGDAN, R; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 2010.

BRABO, J. C.; GOMES, A. S. A. Teste de evocações semiestruturado como ferramenta para o estudo de representações sociais: possibilidades de aplicação na pesquisa em ensino de ciências. In: **Anais... IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (IX ENPEC)** Águas de Lindóia/SP, 2013.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: terceiro e quarto ciclo. Apresentação dos Temas Transversais. Brasília. MEC/SEF, 1998.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. (Org.). **A necessária renovação do ensino de ciências**. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2005.

CARNIO, M. P. **O significado atribuído por licenciandos ao currículo de Biologia numa perspectiva CTSA**. 2012. p. 198. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência) Universidade Estadual Paulista. Bauru/SP.

CARNIO, M. P.; LOPES, N. C.; MENDONÇA, T. Questões sociocientíficas nos pequenos grupos de pesquisa (PGP). In: CARVALHO, L. M. O.; CARVALHO, W. L. P.; JUNIOR, J. L. **Formação de professores, questões sociocientíficas e avaliação em larga escala**: aproximando a pós-graduação a escola. São Paulo: Escrituras editora (Educação para a Ciência), 2016. p. 81-103.

CHANG RUNDGREN, S.-N.; RUNDGREN, C.-J. SEE-SEP: From a separate to a holistic view of socioscientific issues. In: **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**, v. 11, n. 1, 2010.

CINTRA, P.; MALASPINA, O.; BUENO, O. C. Plantas tóxicas para abelhas. **Arq. Inst. Biol.** v. 72, n. 4, p. 547-551, 2005.

CONRADO, D. M.; EI-HANI, C. N.; NUNES-NETO, N. F. Sobre a ética ambiental na formação de Biólogos. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 30, n. 1, p. 120–139, 2013.

CONRADO, D. M.; VIANA, B. F.; EI-HANI, C. N. Socioscientific issues about bees, pollination and food production in biology teaching. In: **European Science Education Research Association (ESERA)**, Finland, 2015.

CONRADO, D. M.; EI-HANI, C. N.; VIANA, B. F.; SCHNADELBACH, A. S.; NUNES-NETO, N. F. Ensino de biologia a partir de questões sociocientíficas: uma experiência com ingressantes em curso de licenciatura. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, p. 1132-1147, 2016.

CONRADO, D. M. **Questões Sociocientíficas na Educação CTSA**: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico. 2017. p. 237. Tese. (Programa de Pós-graduação em Ensino, História e Filosofia das Ciências) Universidade Federal da Bahia. Salvador/BA.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. Questões Sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (Org) **Questões sociocientíficas**: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. Salvador: EDUFBA, 2018a. p. 77-172.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N.; VIANA, B. F.; EI-HANI, C. N. Declínio de polinizadores como questão sociocientífica no ensino de biologia. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (Org) **Questões sociocientíficas**: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. Salvador: EDUFBA, 2018b. p. 145-118.

COUTINHO, C. P. **Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas**: teoria e prática. 2 ed. Almedina, 2016.

DAGNINO, R.; SILVA, R. B.; PADOVANNI, N. Por que a educação em ciência, tecnologia e sociedade vem andando devagar? In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Org.) **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011. p. 99-134.

FLICK, U. **Introdução à metodologia de pesquisa**: um guia para iniciantes. Porto Alegre: Penso, 2012.

FREITAS, B. M.; SILVA, C. I. O papel dos polinizadores na produção agrícola no Brasil. In: Associação Brasileira de Estudos das abelhas (Org.). **Agricultura e polinizadores**. São Paulo/SP, 2015.

GIL-PÉREZ, D.; FERNÁNDEZ, I.; CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Por uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p.125-153, 2001.

GUIMARÃES, M. A. **Raciocínio informal e a discussão de Questões sociocientíficas: o exemplo das células-tronco humanas**. 2011. p. 222. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência) Universidade Estadual Paulista Júlio De Mesquita Filho. Bauru/SP.

GRÜN, M. **Ética e educação ambiental**: a conexão necessária. 14. ed. Campinas, SP. Papirus, 2012.

HERREID, C. F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.

HODSON, D. Going beyond STS: towards a curriculum for sociopolitical action. **The Science Education Review**. v. 1, n. 3, p. 2-7, 2004.

HODSON, D. Science Education as a Call to Action. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**. v. 10, n. 3, p. 197-206, 2010.

HODSON, D. **Looking to the future: building a curriculum for social activism**. The Netherlands: Sense Publisher, 2011.

HODSON, D. Don't Be Nervous, Don't Be Flustered, Don't Be Scared. Be Prepared. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**. v. 13, n. 4, p. 313-331, 2013.

HODSON, D. Realçando o papel da ética e da política na educação científica: algumas considerações teóricas e práticas sobre questões sociocientíficas. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (Org.). **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 27-57.

KOLSTØ, S. D. Scientific literacy for citizenship: tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. **Science Education**. v. 85, n. 3, p. 291-310, 2001.

LIMA, M. C.; ROCHA, S. A. **Efeitos dos agrotóxicos sobre as abelhas silvestres no Brasil**: proposta metodológica de acompanhamento. Brasília: Ibama, 2012.

LINSINGEN, I. V. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. especial, p. 1-19, 2007.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação**: abordagens Qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MARTÍNEZ-PÉREZ, L. F. **A abordagem de questões sociocientíficas na formação continuada de professores de ciências**: contribuições e dificuldades. 2010. p. 351. Tese (Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência) Universidade Estadual Paulista. Bauru/SP.

MARTÍNEZ-PÉREZ, L. F. **Questões sociocientíficas na prática docente**: ideologia, autonomia e formação dos professores. São Paulo: Editora UNESP, 2012. p. 360.

MARTÍNEZ-PÉREZ, L. F.; LOZANO, D. L. P. La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. **Góndola**, v. 8, n. 1, p. 23-35, 2013.

PALACIOS, E. M. G., et al. **Introdução aos estudos CTS**. Cadernos de Ibero-América (Organização de Estudos Ibero-Americanos para a educação, a ciência e a cultura – OEI), 2003.

PEDRANCINI, V. D.; SIERRA, D. F. M. Questões Sociocientíficas e formação crítica de professores. In: CARVALHO, L. M. O.; CARVALHO, W. L. P.; JUNIOR, J. L. **Formação de professores, questões sociocientíficas e avaliação em larga escala**: aproximando a pós-graduação a escola. São Paulo: Escrituras (Educação para a Ciência), 2016. p. 41-57.

PEDRETTI, E. Teaching science, technology, society and Environment (STSE) education: Preservice Teachers' philosophical and pedagogical landscapes. In: Zeidler, D. (Org.). **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 2003. p. 219-238.

PEDRETTI, E.; NAZIR, J. Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. **Science Education**. n. 95, p. 601-626, 2011.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto de ensino médio. **Ciência & Educação**. v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

POTTS, S.; BIESMEIJER, J. C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNIN, W. E. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology & Evolution**. v. 25, n. 6, p. 345–353, 2010.

QUEIROZ, S. L.; CABRAL, P. F. O. (Org.) **Estudos de Casos no ensino de ciências naturais**. São Carlos: Art Point Gráfica e Editora, 2016. 116 p.

RATCLIFFE, M.; GRACE, M. **Science Education for Citizenship: Teaching Socio-scientific Issues**. Philadelphia: Open University Press, 2003.

REIS, P. G. R. **Controvérsias sócio-científicas**: discutir ou não discutir? Percursos de aprendizagem na disciplina de ciências da terra e da vida. 2004. p. 488. Tese (Doutoramento em educação especialidade: didática das Ciências). Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Lisboa.

SÁ, L. P. **Estudo de casos na promoção da argumentação sobre questões sócio-científicas no ensino superior de química**. 2010. p. 300. Tese (Doutorado em Ciências – Departamento de Química). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos/SP.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no ensino de química**. 2. ed. Campinas: Átomo, 2010.

SADLER, T. D.; ZEIDLER, D. L. The morality of socioscientific issues: construal and resolution of genetic engineering dilemmas. **Science Education**, v. 8, p. 4-27, 2004.

SADLER, T. D. Informal reasoning regarding socioscientific issues: a critical review of research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, p. 513-536, 2004.

SANTOS, W. L. P. Scientific literacy: a freirean perspective as a radical view of humanistic science education. **Science Education**. v. 93, n. 2, p. 361-382, 2009.

SANTOS, W. L. P. Significados da educação científica com enfoque CTS. In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Org.) **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011. p. 21-47.

SANTOS, W. L. P. Educação CTS e Cidadania: confluências e diferenças. **Amazônia**. v. 9, n. 17, p. 49-62, 2012.

SANTOS, J. C. **Ética Ambiental no Ensino de Ciências a partir de Questões Sociocientíficas para a Educação Básica**. 2017. p. 104. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia. Salvador/Bahia.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de Decisão para uma Ação Social Responsável no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**. v. 7, p. 95-111, 2001.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio**. v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002

SINGER, P. **Ética prática**. Tradução Jefferson Luiz Camargo. 3. ed. São Paulo: Martin Fontes, 2002.

SOFFIATI, A. Fundamentos filosóficos e históricos para o exercício da ecocidadania e da ecoeducação. In: LOUREIRO, C. F. B; LAYRARGUES, P.P. CASTRO, R.S. (Org.). **Educação ambiental**: Repensando o espaço da cidadania. 3. ed. São Paulo. Cortez. 2005.

SOLBES, J. Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción. Fundamentos y líneas de trabajo. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**. p. 1-10, 2013.

SOUZA, P. S.; GOEHLEN, S. T. Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências: algumas características das pesquisas brasileiras. **Ensaio**, v.19, 2017.

STRIEDER, R. B. **Abordagem CTS na educação científica no Brasil**: sentidos e perspectivas. 2012. p. 283. Tese (Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências) Universidade de São Paulo. São Paulo/SP.

VAZ, S. G.; DELFINO, A. **Manual de ética ambiental**. Lisboa: Universidade Aberta, 2010.

VAZ, C. R., FAGUNDES, A. B.; PINHEIRO, N. A. M. O surgimento da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na educação: uma revisão. In: **Anais...** I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, Paraná/PR, 2009.

VÁZQUEZ-ALONSO, A.; MANASSERO-MAS, M. A.; ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; ACEVEDO-ROMERO, P. Consensos sobre a natureza da ciência: a ciência e a tecnologia na sociedade. **Química nova na escola**. n. 27, p. 34-50, 2008.

VILCHES, A.; GIL-PÉREZ, D.; PRAIA, J. De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Org) **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011. p. 161-184.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZEIDLER, D. L.; SADLER, T. D.; SIMMONS, M. L.; HOWES, E. V. Beyond STS: a research-based framework for socioscientific issues education. **Science Education**, New York, n. 89, p. 357-377, 2005.

ZEIDLER, D. L.; NICHOLS, B. H. Socioscientific Issues: theory and practice. **Journal of Elementary Science Education**, v. 21, n. 2, p. 49-58, 2009.

APÊNDICES

APÊNDICE A



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

TERMO DE ANUÊNCIA PARA REALIZAÇÃO DE PESQUISA

O Departamento de Biociências da Universidade Federal de Sergipe (UFS) do *Campus* Professor Alberto Carvalho está de acordo com a realização do estudo **Significados e Atribuições Estabelecidos por Licenciandos de Biologia sobre Educação CTSA com base na QSC Déficit de Polinização**, coordenado pelos pesquisadores Prof. Mestranda Érica Lima Santos Queiroz, sob a orientação do Prof. Dr. Erivanildo Lopes da Silva, da Universidade Federal de Sergipe e coorientação da Profa. Dália Melissa Conrado, da Universidade Federal da Grande Dourados.

Ciente de que o objetivo é “investigar os posicionamentos e conhecimentos mobilizados por estudantes de Biologia na resolução de uma QSC sobre déficit de polinização, assim como as concepções desses estudantes sobre a educação CTSA e o uso de estudo de casos por meio de QSC na educação em ciências”, a UFS assume o compromisso de apoiar o desenvolvimento da referida pesquisa, autorizando sua realização na referida instituição com os licenciandos do curso em Ciências Biológicas do *Campus* Professor Alberto Carvalho.

A aceitação está condicionada ao cumprimento dos pesquisadores aos requisitos da Resolução Nº466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) e suas complementares, comprometendo-se a utilizar os dados e materiais coletados, exclusivamente para os fins da pesquisa.

Itabaiana/SE, ____ de _____ de 2018.

APÊNDICE B

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012, Conselho Nacional de Saúde

ESTUDO: “Significados e Atribuições Estabelecidos por Licenciandos de Biologia sobre Educação CTSA com base na QSC Déficit de Polinização”

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaríamos de convidá-lo(a) a participar da pesquisa mencionada acima, a ser realizada na Universidade Federal de Sergipe no município de Itabaiana/SE. O objetivo da pesquisa é **“investigar os posicionamentos e conhecimentos mobilizados por estudantes de Biologia na resolução de uma QSC sobre déficit de polinização, assim como as concepções desses estudantes sobre a educação CTSA e o uso de estudo de casos por meio de QSC na educação em ciências”**. A sua participação é muito importante e ela se dará da seguinte forma: respostas a perguntas através de grupos focais e questionários. Gostaríamos de esclarecer que sua participação é totalmente voluntária, podendo você: recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. Informamos ainda que as informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade. As respostas fornecidas e gravadas em mídia digital serão transcritas para análise e, após isto, o arquivo ficará sob a guarda do pesquisador responsável.

Esta investigação não oferece qualquer risco para os alunos participantes, uma vez que, o resultado final da pesquisa será divulgado na dissertação de mestrado de Érica Lima Santos, mas será preservado o anonimato de todos os participantes da

pesquisa. Além disso, os resultados da pesquisa também serão enviados para publicação em periódicos da área de Educação em Ciências, mas todos os dados que possam identificá-lo serão mantidos em sigilo, ou seja, você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Somente os pesquisadores da equipe terão acesso às respostas dadas pelos sujeitos da pesquisa, sendo sua identidade totalmente permanecida em anonimato. As respostas fornecidas durante as discussões dos grupos focais e dos questionários não representarão qualquer risco de ordem física, mas entendemos que pode haver a geração de alguns riscos psicológicos, como por exemplo, constrangimentos e desconfortos no momento das discussões nos grupos focais, de expor as suas ideias ou até mesmo ao se posicionar em determinadas situações propostas no curso, mas gostaríamos de ressaltar que dentro das nossas possibilidades como pesquisadora e professora do curso, iremos tratá-lo com dignidade, respeito a sua autonomia e liberdade de expressão, a fim de minimizar os efeitos indesejados que a pesquisa possa promover. Informamos que o(a) senhor(a) não pagará nem será remunerado por sua participação. Os benefícios esperados são a produção de material didático para o ensino de Ciências com a temática polinização em uma sequência de ensino e aprendizagem.

Caso o(a) senhor(a) tenha dúvidas ou necessite de mais esclarecimentos, pode nos contratar (**Érica Lima Santos, Av. Marechal Rondon, s/n.º, Jd. Rosa Elze, CEP. 49100-000, São Cristóvão/SE; telefone: (79) 9 9867-7174; e-mail: ericabio26@hotmail.com**), ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Federal de Sergipe, na Rua Cláudio Batista, s/n.º — Prédio do Centro de Pesquisas Biomédicas, Bairro Sanatório, CEP. 49060-1000, Aracaju-SE, no telefone 2105-1787 ou por e-mail: npgme.ufs@gmail.com. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida, assinada e entregue ao(a) senhor(a) e a segunda que será arquivada por cinco anos conforme a resolução 466/2012 do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe (CEP-UFS).

Itabaiana/SE, ____ de _____ de 201__.

Érica Lima Santos Queiroz, RG: 2508039-3.

Eu, _____ (**nome por extenso do sujeito de pesquisa**), portador da Cédula de identidade, RG _____, e inscrito no CPF _____, nascido(a) em ____/____/____, tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar **voluntariamente** da pesquisa descrita acima.

Assinatura: _____

Data: _____

APÊNDICE C**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE****PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA****PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

Atividade 1

1. Liste de 5 a 10 palavras que surgem a mente ao ouvir “Déficit de Polinização”:

1 _____

2 _____

3 _____

4 _____

5 _____

6 _____

7 _____

8 _____

9 _____

10 _____

2. Agora construa um texto corrido de até 10 linhas com as palavras enunciadas no item anterior:

Obrigada! 😊

APÊNDICE D



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Atividade 2

1. Construa um esquema, segundo seu entendimento, de como pode-se estabelecer as relações CTSA. No quadro a seguir utilize os nomes Ciência, Tecnologia, Sociedade e/ou Ambiente na forma que julgar necessário. As setas devem ser utilizadas para estabelecer ligações, sendo: setas de dupla direção pontilhadas, ligações não muito fortes, mas um item influencia o outro; setas de dupla direção contínuas, ligações muito fortes e os itens influenciam um ao outro; seta de única direção pontilhada e seta de única direção contínua indicam que apenas um influencia o outro, sendo mais ou menos intenso a depender da linha pontilhada ou não.



2. Comente sobre seu diagrama.

Obrigada! ☺

APÊNDICE E

Atividade 3

Caso: Sumiço das abelhas

Imagine que seu tio é um apicultor e tem enfrentado problemas em relação ao seu vizinho que cultiva maçãs e usa um agrotóxico neonicotinóide. Seu tio lhe diz:

___ Raimundo, minhas abelhas estão morrendo envenenadas! Meu vizinho diz que está usando o agrotóxico seguindo as instruções e que o SINDIVEG (Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal) afirma que não há estudos conclusivos sobre a influência dos agrotóxicos na saúde das abelhas. O que você sabe sobre isso?

Raimundo, sabendo que as abelhas contribuem com o aumento da produtividade de mais 70% dos cultivos agrícolas, decide fazer uma investigação:

___ Eu e meus colegas vamos ver o que podemos fazer para lhe ajudar.

Seu tio lhe responde:

___ Muito obrigado! Fico preocupado, pois os insetos e as flores estão trabalhando juntos há milênios e não é certo interferir com tanto veneno.

Parte 1- Questões norteadoras gerais:

- ✓ Que conhecimentos científicos são relevantes para compreender e agir sobre esse caso?
- ✓ Que técnicas e tecnologias são relevantes para compreender e agir sobre esse caso?
- ✓ Quais os impactos sociais do uso de agrotóxicos?
- ✓ Quais os impactos ambientais relacionados ao uso de agrotóxicos?

Parte 2 - Questões norteadoras específicas:

- ✓ Quais os principais motivos para ações de preservação ou conservação das abelhas? Que valores sustentam essas ações?

- ✓ Coloque em ordem de importância para você:

1. Garantir a safra das maçãs do vizinho;
2. Garantir a colheita e a venda do mel de seu tio;
3. Garantir a sobrevivência das abelhas.

Justifique a importância de cada um desses itens.

Obrigada! 😊

ANEXOS

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética

UFS - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE	
--	---

Continuação do Parecer: 2.434.025

Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_918154.pdf	03/12/2017 23:28:34		Aceito
Outros	TermodeAnuencia_Erica.pdf	03/12/2017 23:28:01	ERICA LIMA SANTOS	Aceito
Parecer Anterior	Parecer_Erica.docx	16/11/2017 00:55:31	ERICA LIMA SANTOS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Santos_Projeto_2017.docx	16/11/2017 00:49:34	ERICA LIMA SANTOS	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO_ERICA.docx	16/11/2017 00:32:45	ERICA LIMA SANTOS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_ERICA.doc	16/11/2017 00:28:45	ERICA LIMA SANTOS	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA_ERICA.docx	16/11/2017 00:26:54	ERICA LIMA SANTOS	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRostoErica.pdf	16/11/2017 00:24:34	ERICA LIMA SANTOS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

ARACAJU, 13 de Dezembro de 2017

Assinado por:
Anita Hermínia Oliveira Souza
(Coordenador)

ANEXO B – Casos elaborados pelos grupos e trio.

Grupo 1

O NASCER DE UMA ESCOLHA

No dia 10-12-2010 Fernanda, uma adolescente de 15 anos, voltava da balada às 03:00 da madrugada com seu grupo de amigos. Em um determinado momento, a garota precisou seguir um trajeto diferente dos outros amigos por morar em uma outra rua, sendo esta muito deserta e pouco iluminada. Ao chegar próximo de sua casa, Fernanda percebe a presença de Marcelo (guarda noturno da rua), diante disso, ele nota que ela estava assustada e um pouco alcoolizada, oferecendo-a ajuda para chegar até sua casa. Desse modo, ele se aproveita da situação e leva Fernanda para uma casa em construção. Lá, Marcelo abusou sexualmente da garota e a ameaçou de morte, caso revelasse o ocorrido. Passados dois meses, Fernanda não consegue mais guardar o segredo e decide contar para sua melhor amiga Mariana. Esta pergunta para Fernanda:

__ Quando isso aconteceu? Por que você me escondeu?

__ Fernanda: Naquele dia que a gente vinha da balada. Fiquei com receio de revelar por vergonha e medo das ameaças sofridas por ele.

__ Mariana: Por ele quem, Fernanda?! Sua mãe sabe disso?

__ Fernanda: Amiga, por favor guarda segredo, foi o vigilante da rua e minha mãe não pode ficar sabendo disso.

__ Mariana: Precisamos fazer um teste de farmácia e em seguida denunciar esse indivíduo.

__ Fernanda: Não! Não! Eu não vou denunciar. Primeiro vamos fazer o teste.

Fernanda descobre que está grávida após fazer o teste e entra em desespero. Mariana decide contar tudo para a família da amiga com o intuito de ajudá-la. Com isso, a notícia choca toda a família, mas passadas algumas horas, a mãe de Fernanda vai até o quarto da garota e a chama para ir ao ginecologista.

No consultório, Fernanda conta toda a história ao médico e ele incentiva a garota a fazer uma denúncia ao estupro e mostra duas alternativas, uma de manter a gravidez e outra de abortar, já que por Lei ela possui esse direito. Sua mãe, muito religiosa, fica furiosa com a segunda proposta do médico e afirma que não aceita de

forma alguma. Fernanda, vítima do estupro e bastante frustrada aceita realizar o aborto, pois não vai seguir com uma gravidez gerada através de uma violência. Mesmo assim, sua mãe insiste em manter a gravidez alegando que dará todo apoio a Fernanda, e reforça que somente Deus é quem pode tirar e dar a vida.

Levando em conta os princípios religiosos da mãe da garota e o direito de Fernanda em abortar nessa situação, aponte uma tomada de decisão para ajudar a resolver o caso de Fernanda.

Contextualização do Caso no Ensino de Ciências

O aborto é uma QSC porque gera um conflito entre decisões. Segundo a BNCC, pode ser trabalhado no 8º ano, na unidade temática Vida e Evolução, que tem como objetivos de conhecimentos os mecanismos reprodutivos e de sexualidade. É importante trabalhar esse tema utilizando o estudo de casos, por possibilitar o desenvolvimento da leitura e do senso crítico. Além de estimular os alunos a selecionar argumentos que evidenciem as múltiplas dimensões da sexualidade humana (biológica, sociocultural, afetiva e ética), sendo esta uma habilidade contemplada pela BNCC (EF08CI11).

Características do Caso

É considerado um caso estruturado, pois envolve religião e temas sociocientíficos (abuso sexual e aborto). Apresenta de forma clara o problema a ser resolvido: Fernanda está em uma situação delicada entre seguir o conselho da mãe ou não manter a gravidez.

O caso narra uma história de uma jovem envergonhada e incapaz de explicar para sua família e amigos a humilhação e o abuso sofrido. Diante das consequências, ela se distancia cada vez mais de sua família e amigos a medida que o medo e a vergonha tomam conta de sua vida.

O tema escolhido é relevante e enraizado na sociedade, e possui potencial para despertar o interesse dos alunos por ser amplamente divulgado na mídia. Além disso, é de utilidade pedagógica, uma vez que permite o aprofundamento em áreas da

Biologia, como sistema reprodutor feminino e masculino, reprodução humana e desenvolvimento embrionário.

Relações CTSA presentes no Caso

No domínio da ciência os temas abordados são: sistema reprodutor masculino e feminino, na reprodução humana e no desenvolvimento embrionário. No domínio da tecnologia está relacionado as técnicas de aborto legal: químico e cirúrgico. No domínio sociedade estão inseridos temas como: abuso sexual, religiosidade, aborto e as Leis vigentes. No domínio ambiente, este tema colabora para o trabalho participativo e coletivo atribuindo princípios de dignidade, de solidariedade e de ética do ser humano.

Proposta de aplicação do Caso em Sala de Aula

O caso será realizado em duas aulas, cada uma com duração de 50 minutos. Na primeira aula, o professor irá realizar leitura coletiva do caso com a turma, e na aula seguinte eles irão buscar propostas para solucionar o problema. Depois, irão apresentar suas descobertas aos demais alunos.

Recursos necessários para aplicação do Caso

Computadores com acesso à internet, reportagem de jornais e revistas sobre o tema.

Possíveis soluções sugeridas para resolver o Caso

Resolução 1: Decisão de abortar.

Fernanda poderia abortar, já que ela está amparada pela Lei 2848/40 do Art.128 do Código Penal, por ser uma decisão é única e exclusiva dela.

Resolução 2: Decisão de manter a gravidez

Fernanda poderia manter a gravidez por ser convencida pela mãe, que ofereceu todo apoio por seguir seus princípios religiosos.

Resolução 3: Decisão de colocar para adoção

Fernanda poderia manter a gravidez e ao dar à luz entregar a criança para adoção, oportunidade esta da criança ser criada por uma família que possa oferecer amor e atenção.

Grupo 2

DA COR DO PECADO

Débora era uma menina de pele muito clara que morava na periferia de Aracaju e gostava de ir à praia todo fim de semana para pegar aquele bronze e ficar douradinha “da cor do pecado”, como ela mesma falava. Para isso, utilizava métodos que via nos vídeos de Youtubers famosos sobre bronzeadores caseiros, como coca-cola, fita isolante e outros. No entanto não acreditava que filtros solares para a pele funcionavam e por isso não fazia uso deles. Considere que Débora é sua amiga, e que você gosta de ir à praia com ela, quando em um certo dia percebeu algo estranho na pele dela e falou:

--- “Oxe! Que que é esse tampo roxo aí na sua pele menina?”

E ela te respondeu enquanto observava a mancha em seu braço:

--- “Oxente! Deixe de alvoroço, isso aqui já tem um tempo e nunca teve nada!”

--- “Eita, mas não era desse tamanho antes! Tô preocupada, acho que devo ter me batido em alguma coisa, logo vai sair”.

Então você como um bom amigo(a) recomendou que ela fosse a um médico especialista de pele. Chegando lá, o médico pediu exames e ao analisar os resultados concluir que se tratava de um câncer de pele do tipo carcinoma de pele escamosa, e sugeriu que escolhesse dois tipos de tratamento

Com base nos seus conhecimentos, ajude a sua amiga Débora a escolher a melhor forma de tratar esse câncer de pele.

Grupo 3

POR QUE RECICLAR?

Antônia era uma mulher muito simpática. Ao rir, levava todo mundo junto em sua alegria na lanchonete “Ki delícia”. Ao chegar em seu local de trabalho, ela começa a fazer várias indagações ao se deparar com tanto lixo espalhado no chão da lanchonete com a presença de estudantes degustando da nova lanchonete da cidade.

Então, bastante revoltada, ela começa a falar para os alunos, com muita convicção:

– Por que “jogar fora tanto lixo?” É correto vocês jogarem lixo no chão da lanchonete?

– Não!!!! – respondeu a turma, em uma só voz.

– É correto você pegar o lixo da sua casa e jogá-lo no meio da rua?

– De jeito nenhum! – respondeu Mateus. – Isso só vai chamar o rato e o inseto para fazerem a parte que deveria ser nossa!

– Isso mesmo! – respondeu Antônia a todos. – Então também não é correto tirar o lixo da rua ou de casa e jogar em terrenos baldios, certo? Nem mesmo recolher lixos e dejetos e jogar nos rios, açudes ou nos mares, acreditando que ‘porque ninguém está vendo, isso é um ato correto, estou certa?

– Mandou bem, Antônia! – aplaudiu Zé Carlos dono da lanchonete.

– Mas é verdade, gente. Essa “bagunça na lanchonete” é a prova disso. Chegou a hora em que todos nós vamos ter que repensar nossos hábitos de consumo e de descarte. O lixo não desaparece como em um passe de mágica só porque o caminhão de coleta recolheu. O Plástico tem várias utilidades, mas demora muito tempo para se decompor, então se torna um veneno para o meio ambiente. Embora já haja coleta e reciclagem de embalagens plásticas, na maior parte das vezes, o plástico continua sendo enterrado ou jogado no meio ambiente.

– Muito obrigada Antônia por nos conscientizar sobre riscos do plástico para o ambiente.

– Falou a turma.

Apresente uma tomada de decisão para ajudar aos alunos a realizar uma prática educativa na região da lanchonete para reciclar materiais que degradam o meio ambiente e que possivelmente irão ser descartados de forma inadequada na cidade.

Contextualização do Caso no Ensino de Ciências

Compreender a necessidade de preservação das espécies vivas e dos recursos naturais é uma questão urgente no mundo contemporâneo. Segundo o Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO-USP), mais de 95% do lixo encontrado nas praias brasileiras é composto por itens feitos de plástico. Essa alta taxa de consumo tem o intuito de proporcionar uma maior agilidade na vida cotidiana, modernizando a indústria automotiva, de brinquedos, embalagens e produtos industrializados, entre outras. Isso aconteceu devido a uma combinação de diversos fatores favoráveis, como baixo custo de produção, impermeabilidade, boa resistência e aparência e grande versatilidade (FERNANDES, 2001). Em contrapartida, a poluição gerada pelo plástico é cada vez maior, principalmente devido ao fato de não serem biodegradáveis e levarem anos, ou até milhares de anos, para se degradar (IAPAR, 1989).

O caso pode ser aplicado no 6º ano do ensino fundamental e 2º do ensino médio, onde são abordados os assuntos dos seres procarióticos e os protistas, relacionando o fato de que jogar o lixo em locais inapropriados facilita a proliferação de seres patogênicos que, por conseguinte, causam danos à saúde humana, além de alimentá-los e alimentar a outros seres como insetos e roedores que transmite doenças para diversos animais inclusive o ser humano.

Além disso, ele aborda diversos tipos de poluição no 3º ano do ensino médio, pois aqueles materiais podem poluir a água, quando são jogados em rios ou quando o material de sua decomposição atinge os lençóis freáticos, e também polui o ar, quando são colocados ao ar livre ou queimado (aumenta o efeito estufa) e o solo, dependendo do material pode causar outros danos graves ao ambiente e a saúde humana como é o caso de descartes inapropriados de materiais hospitalares como agulhas e remédios, medicamentos e poluição radioativa. Além disso, a poluição causada por esse descarte de forma inapropriada também causa inversão térmica e chuva ácidas. E também podemos abordar essa temática no 3º ano do ensino médio, resolvendo esse problema através da educação ambiental.

É importante discutir esse assunto por meio de casos pois gera um problema em que a maioria dos adolescentes presencia em seu cotidiano e que muitos deles provavelmente não pararam para pensar na quantidade de danos que eles trazem

para a nossa qualidade de vida e para o ambiente e que se todos contribuírem com a sua parte e influenciando os outros podemos resolver. Além disso, todos os alunos poderão contribuir com informações possíveis que geram o problema, as consequências e com possíveis soluções. Ele caso aborda um problema social que causa danos ao próprio indivíduo e ao meio em que vive e é partir dessas informações recebidas que eles podem mudar seu hábitos incorretos e propagar a maneira correta de descartes e com isso diminuir a poluição e as doenças que são geradas. É importante que haja a educação ambiental nas escolas, para que as pessoas se conscientizem com o ambiente em que vivem (CANGEMI, 2005).

Essas vertentes formam o caráter de um indivíduo de forma sucessiva desde o início de sua vida. Dessa forma, trabalhar a questão da preservação ambiental aliada a estudos de casos favorece o ensino, uma vez que une um tema socialmente relevante a uma forma agradável de aprendizagem, não se distanciando do conteúdo programático.

Características do Caso

De acordo com a classificação de Herreid (1998), o assunto é relevante e atual pois se trata de um problema do dia a dia que ainda não há resoluções corretas, pois a população ainda não tem consciência quanto aos seus danos. O caso é atual e spciocientífico pois há intervenção humana sobre a natureza trazendo múltiplos problemas para humanos, fauna e flora, desperta o interesse uma vez que podemos utilizar o lixo reciclável como fonte de renda, produz empatia com os personagens centrais que é da mesma idade dos estudantes de ensino médio, é dialogado permitindo uma interação melhor com os leitores, é curto de fácil de entendimento e tem utilidade pedagógica, pois os professores podem trabalhar esse assunto em sala de aula para conscientização.

O caso tem generalizações, à medida que os problemas abordados podem ser estendidos para situações diversas das apresentadas e, por fim, força uma decisão, já que os estudantes são solicitados a tomar uma decisão sobre o problema, atuando como amigos da personagem central. Esse caso aborda questões sociocientíficas, no que se refere ao problema da intervenção humana sobre a natureza. É considerado um caso estruturado, ou seja, apresenta de forma bem definida, no contexto da narrativa, o problema a ser resolvido. A principal fonte de inspiração para produção

do caso foi as várias notícias pela internet do alto índice de animais que são mortos por descartes desses materiais no mar.

Relações CTSA presentes no Caso

A ciência, tecnologia, sociedade e ambiente estão presentes no estudo de caso, e irei citar cada uma delas. No domínio da ciência, ele abrange os malefícios causados ao jogar lixo no chão e a partir da conscientização nota-se o quanto é importante ter diálogo sobre o assunto. A tecnologia apontada no texto é a forma de descarte já existente nas cidades, como é o caso de caminhões de lixo e coletas, onde na maioria dos casos o lixo é separado pela cor dos lixeiros. A sociedade entra no caso quando eles juntos resolvem modificar a situação do meio ambiente, sabendo dos ricos que causam a toda população. No domínio do ambiente, a educação ambiental ocorre em todo o texto, pois a todo momento o ambiente é citado. Antônio no caso elaborado, ressalta que não é legal jogar lixo em terrenos baldios, nem em rios e açudes, principalmente mares, onde existe um número grande de animais que estão correndo risco de vida. O plástico é um grande vilão, devido à demora que é para se decompor, tornando-o um perigo para o meio ambiente.

Proposta de aplicação do Caso em Sala de Aula

O estudo de caso, para ser desenvolvido, seriam necessárias três aulas para aplicação. Na primeira aula, seria uma apresentação do caso e iria reforçar a importância do descarte do lixo em seu devido local através de tarefas individuais e associadas ao trabalho em grupo. Na segunda aula, iria propor aos alunos, fazer um passeio pela cidade, conscientizando as pessoas, e também recolher o lixo nas ruas, próximo a rios, açudes e mares. E a partir disso, propor na última aula a discussão de soluções para o problema com a turma inteira, apresentando cada grupo pelo menos três soluções de descarte de forma adequada. O objetivo seria conscientizar o máximo de pessoas sobre a importância do descarte do lixo e plástico, já que é um assunto de suma importância para nós seres vivos, e tão pouco comentado.

Recursos necessários para aplicação do Caso

Para desenvolver o estudo de caso, são necessários alguns recursos, como:

- Datashow;
- Vídeos educativos;
- Pincel e lousa;
- Panfletos com ideias de conscientização;
- Sacos plásticos para recolher o lixo;
- Celulares para registrar o local onde é descartado o lixo;
- Mural contendo fotos de ideias ecológicas para descarte do plástico;
- Jogos didáticos sobre a reciclagem;

Possíveis soluções sugeridas para resolver o Caso

Os alunos poderiam aplicar questionário às pessoas que frequentam a lanchonete e verificar sobre o hábito delas em separar o lixo e qual a forma de descarte de resíduos são usadas por elas. Logo depois, realizar através de práticas como fazer uma reciclagem adequada. Reutilizar garrafas pets, vasos plásticos e outros para fabricação de objetos e peças para o cotidiano, como por exemplo:

- Garrafas de desinfetante ou amaciante podem virar porta-lápis.
- Garrafas de enlatados podem viram luminárias.
- Garrafas pet transformada em mini horta;
- Garrafa de bebida em porta acessórios;

Outra medida preventiva seria a conscientização em substituir o canudo, simplesmente por preferir beber diretamente no copo. Estimular crianças a fazerem o mesmo desde pequenas e explicar que milhares de animais são mortos nos mares por conta desse despejo de resíduos no mar. E, por fim, seria viável que os materiais dos produtos viessem com selos em cores da respectiva lata de lixo reciclável, onde o material deve ser descartado, já que muitos ainda não têm conhecimento sobre isso.

Trio

CASO

Suponha que um amigo do colegial, o conhecido Paulo, que sempre estava alegre e comia bastante, está agora no hospital de sua cidade. Aconteceu num dia

qualquer, quando voltava da padaria, subitamente um cachorro bravo rompe atrás dele. O menino, com pavor que subiu à espinha, correu desesperado, mas no percurso a ponta do pé triscou num paralelepípedo e ele estabacou-se no chão.

Do outro lado da cidade, Bruno, amigo de escola, foi informado que Paulo foi parar no hospital. Ao chegar na sala em que se encontrava o colega, Bruno, de espírito irreverente, perguntou:

— E aí Paulo, como você está? Se arranhou ou apenas saiu rolando como uma bola?

— Muito mais que isso, Paulo: quebrei o rádio.

Bruno, embora preocupado, não conseguiu conter a gargalhada. Não compreendeu o amigo.

— Até no hospital você quer fazer palhaçada, doido - interpelou.

— Abestado, você não prestou atenção nas aulas de anatomia mesmo! Rádio é um dos ossos do braço, e eu fraturei o meu quando caí na rua.

Neste momento, Bruno arregalou os olhos e retrucou ainda tentando conter a gargalhada:

— Oxente, não sabia que osso era tão fraco assim.

Para avaliar o caso clínico, o médico perguntou a mãe do Paulo sobre os hábitos do rapaz. D. Cândida relatou que o filho tem um comportamento típico da idade – passa tempo excessivo em contato com celular, videogames ou TV. Costuma, ainda, estar sempre muito indisposto, pouco atento a sair de casa durante o dia; uma das justificativas comuns - “Ah, mãe, eu não gosto de me expor ao Sol. Está sempre muito quente lá fora!”. Além disso, os alimentares saudáveis estavam distantes da rotina, o hábito que o acompanhava era comer besteiras; o que, segundo D. Cândida:

— Veja isto. O menino chega tá obeso!

Ante as circunstâncias, através dos relatos e exames clínicos, o médico constatou que Paulo tinha desenvolvido déficit de vitamina D.

No canto esquerdo, Bruno, percebendo a tristeza do amigo diante do diagnóstico, veio-lhe de súbito à cabeça: o que você faria para ajudar seu amigo a se recuperar da doença?

Fonte de inspiração para construção do caso:

A inspiração para construção do caso se deu a partir da leitura sobre a deficiência, logo, é algo muito frequente na população, mas que poucas pessoas conhecem, assim, gerando alto potencial informativo.

Contextualização do caso:

O déficit de vitamina D pode ser considerado atualmente como um problema de saúde pública devido a suas implicações no desenvolvimento de várias doenças. A deficiência é determinada pela inadequada mineralização ou desmineralização do esqueleto. Tal deficiência repercute na diminuição dos níveis séricos do cálcio ionizado, gerando um aumento na produção e secreção do PTH. Em crianças, a deficiência de vitamina D provoca a mineralização inadequada. Assim, o crescimento ósseo é afetado pelas fraturas. Os ossos continuam seu crescimento, no entanto, por falta da mineralização adequada os membros tornam-se curvados em arco.

O mesmo problema também é observado em indivíduos obesos, acredita-se que a deficiência de vitamina D não está associada apenas a menor exposição à luz solar em obesos, mas também um dos fatores que desencadeia o acúmulo de gordura corporal. Estudos mostram que uma das causas da deficiência de vitamina D em indivíduos obesos está associado ao depósito de vitamina D nos adipócitos, diminuindo sua biodisponibilidade. Essa situação pode também provocar o aumento dos níveis séricos de PTH, resultando em diminuição da sensibilidade à insulina e ao aumento desproporcional na concentração de cálcio intracelular.

Características do caso:

Se trata de um caso curto, onde há a presença de diálogos que podem despertar a empatia entre os leitores e a presença do regionalismo e gírias na fala. O caso aborda um problema de saúde atual que atinge todas as idades, sobretudo a população jovem na era tecnológica.

Proposta de aplicação do caso:

O caso pode ser estudado em três aulas com duração de 50 minutos.

Aula 1: o professor deve investigar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito do tema, em seguida, irá apresentar a metodologia a ser utilizada e por último formar grupos e entregar o caso para cada grupo, indicando os alunos que estudem em casa a respeito do tema para resolução do caso nas próximas aulas.

Aula 2: em sala de aula o professor deve apresentar uma reportagem se tratando do tema para ampliar os conhecimentos dos alunos acerca do tema e ao final discutir sobre os aspectos relevantes do vídeo com os alunos. Vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=HDjA3Nt1xOE>

Aula 3: os alunos irão resolver o caso e apresentar para seus colegas e para o professor.

Recursos necessários para aplicação do caso:

Serão utilizados recursos de multimídia para exibição do vídeo, e cópias impressas da descrição do caso para distribuir para todos os alunos.

Resoluções sugeridas para o caso:

Para ajudar seu amigo, Bruno deve convidá-lo para praticar atividades ao ar livre pelo menos duas ou três vezes por semana em exposição ao sol, assim poderá ter toda vitamina D de que precisa. Além disso, o seu colega deve ter uma dieta baseada em óleo de fígado de peixe, alguns tipos de peixe como sardinha, salmão, arenque e atum, e gema de ovo. Como também a fortificação de alimentos com vitamina D, o maior consumo dessa vitamina provém de alimentos fortificados, como leite, margarina, pães, cereais matinais e suco de laranja.